



**Misturando e
separando
cores**

**Bianca Carolina Pereira
Evandro Roberto Alves
Carla Regina Costa**

Capítulo 1

Apresentação

1. Apresentação

Este produto educacional foi elaborado para ser desenvolvido presencialmente, com o objetivo de apresentar uma sequência de três atividades práticas com viés investigativo para a abordagem de conteúdos de Química Orgânica no Ensino Médio, podendo ser adaptado para o ambiente virtual. Tais conteúdos estão contemplados na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e no Currículo Básico Comum (CBC) de Minas Gerais.

Os capítulos 2, 3 e 4 são direcionados ao professor. Cada um deles traz uma introdução teórica sobre o assunto abordado no capítulo, os objetivos da atividade proposta, os conteúdos que podem ser abordados, a turma em que se recomenda a aplicação, o tempo estimado para a realização da atividade, o experimento contendo a problematização, o material necessário e a parte experimental ilustrada, além de uma proposta de condução da atividade.

O capítulo 5 é direcionado aos estudantes e traz os roteiros experimentais que podem ser diretamente impressos e entregues pelo professor ou podem ser adaptados. Cada um dos três roteiros apresenta uma proposta de avaliação diagnóstica e relatório, além de uma introdução teórica sobre o assunto, a problematização e a parte experimental. As respostas para as questões da avaliação diagnóstica e do relatório estão apresentadas nos capítulos 2, 3 e 4.

A introdução teórica foi pensada para o professor, que tem autonomia para selecionar os aspectos que considera relevantes para apresentar aos estudantes. Também é recomendado que o roteiro do experimento seja entregue ou enviado aos estudantes somente após a discussão prévia. As questões da avaliação diagnóstica e do relatório foram respondidas da forma mais completa possível neste material, mas sugere-se que o professor estabeleça uma resposta esperada, com base no perfil da turma.

Como forma de despertar o interesse dos estudantes, os títulos das três atividades práticas foram pensados como perguntas: (1) Como colorir um merengue com diferentes tonalidades de verde? (2) Como colorir cubos de açúcar? (3) É possível separar os corantes tartrazina e azul brilhante FCF?

Na proposição das atividades práticas buscou-se, sempre que possível, associar o fenômeno estudado com situações vivenciadas pelos estudantes no seu

dia-a-dia. Além disso, as práticas foram propostas utilizando materiais de fácil acesso para o professor e para os estudantes.

Esperamos que este material auxilie o professor a introduzir atividades práticas na sua rotina escolar, contribuindo para desmistificar a visão equivocada dos estudantes em relação à Química. Ainda, esperamos que as atividades propostas nesse material sejam desafiadoras para os estudantes durante a resolução das situações-problema.

Capítulo 2

Atividade 1: Como colorir um merengue com diferentes tonalidades de verde?

2. Atividade 1: Como colorir um merengue com diferentes tonalidades de verde?

1.1. Introdução teórica

Corante é qualquer substância química, orgânica ou inorgânica, natural ou sintética, que é adicionada a alimentos, medicamentos ou cosméticos para conferir cor ou alterar a coloração original.

As substâncias orgânicas utilizadas para conferir cor a um produto podem ser classificadas como corantes ou pigmentos. De maneira geral, os corantes são solúveis em água ou em solvente orgânico, enquanto que os pigmentos são insolúveis nesses meios. Esse fato faz com que os corantes sejam utilizados em solução e os pigmentos em suspensão.

Na sequência de atividades práticas propostas neste material didático serão utilizados corantes orgânicos alimentícios, portanto, as informações apresentadas a seguir serão sobre os corantes orgânicos.

Os corantes orgânicos apresentam cor por absorverem luz visível, ou seja, radiação cujos comprimentos de onda (λ) estão compreendidos na faixa entre 400 e 700 nm. Para ser capaz de absorver radiação visível, os corantes devem apresentar três características estruturais: (1) possuir pelo menos um grupo cromóforo, que corresponde a um grupo de átomos da molécula responsável pela cor do corante; (2) apresentar um sistema conjugado, que nada mais é do que a presença de ligações simples e duplas alternadas e (3) exibir ressonância de elétrons, fenômeno que ocorre quando uma substância pode ser representada por múltiplas estruturas, como é o caso do benzeno. Quando um composto orgânico não apresentar qualquer uma dessas características, ele não exibirá cor.

Para apresentarem cor, os corantes orgânicos devem conter pelo menos um grupo cromóforo em um sistema conjugado. Assim, considerando os exemplos apresentados na Figura 2.1, quando o grupo cromóforo azo ($-N=N-$) estiver ligado a dois radicais metila, será formado um composto denominado azometano que não apresenta cor, enquanto que se os radicais metila forem substituídos por radicais arila, o composto resultante será o azobenzeno de coloração laranja.

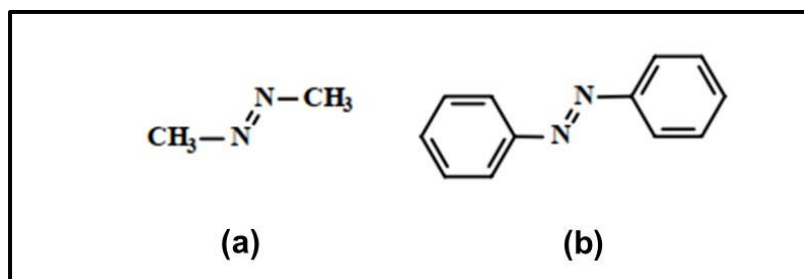


Figura 2.1- Estrutura do: (a) azometano e (b) azobenzeno.

O sistema conjugado de elétrons contribui para que o corante orgânico absorva luz visível. Quando ocorre absorção de fótons por uma molécula de corante, o elétron é promovido do orbital molecular ocupado de maior energia (HOMO, *highest occupied molecular orbital*) para o orbital molecular desocupado de menor energia (LUMO, *lowest unoccupied molecular orbital*), cuja transição é denominada HOMO-LUMO. Quanto maior a extensão do sistema conjugado, menor é a diferença de energia entre os orbitais HOMO e LUMO e, portanto, menor a energia necessária para promover a excitação dos elétrons. Como a energia da radiação absorvida e o comprimento de onda são grandezas inversamente proporcionais, o aumento da extensão da conjugação de um sistema promove um aumento do comprimento de onda da radiação absorvida pela molécula. Esse comportamento é observado quando os comprimentos de onda da radiação absorvida pelos compostos apresentados na Figura 2.2 são comparados. O comprimento de onda de absorção do but-1,3-dieno corresponde a 217 nm e o do composto hex-1,3,5-trieno é 258 nm, ou seja, é possível observar o aumento do comprimento de onda da radiação absorvida, conforme aumenta a extensão da conjugação.

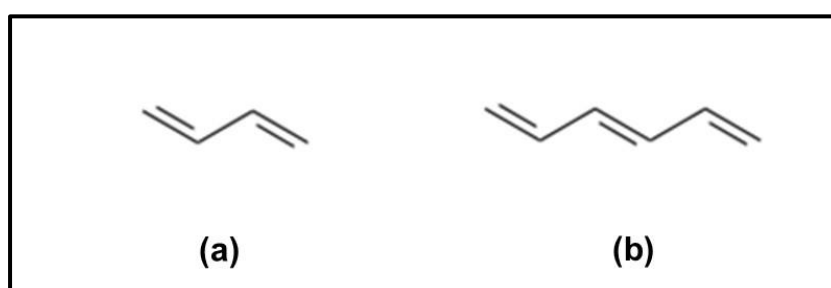


Figura 2.2- Estrutura do: (a) but-1,3-dieno e (b) hex-1,3,5-trieno.

A ressonância foi proposta por Linus Pauling em 1930 e corresponde ao deslocamento de elétrons da ligação π , sem que haja mudança na posição dos átomos que compõem a molécula. O benzeno é o exemplo mais citado quando se trata de ilustrar a ressonância (Figura 2.3a). Ele é formado por seis átomos de carbono ligados entre si formando um anel aromático, sendo que cada um deles está diretamente ligado a um átomo de hidrogênio. No entanto, a ressonância não é uma característica apenas de compostos aromáticos, podendo também ser observada, por exemplo, nas estruturas de outros compostos que apresentam duplas ligações conjugadas. As ligações entre os átomos de carbonos deveriam ser duplas e simples alternadas, de acordo com as representações das formas canônicas, sendo que a ligação dupla deveria apresentar um comprimento menor do que a simples (Figura 2.3a). Entretanto, métodos experimentais revelam que as ligações entre os carbonos têm o mesmo comprimento, o qual corresponde a um valor intermediário de uma ligação dupla e uma simples. Esse fato é explicado considerando a existência de um híbrido de ressonância (Figura 2.3b), cuja representação não distingue as ligações simples e duplas. Na representação das estruturas canônicas de um composto, utiliza-se a seta dupla (\leftrightarrow), que indica o efeito de ressonância entre as formas canônicas, como pode ser observado na Figura 2.3a. Cabe ressaltar que esta seta é diferente da seta utilizada para representar a condição de equilíbrio químico (\rightleftharpoons).

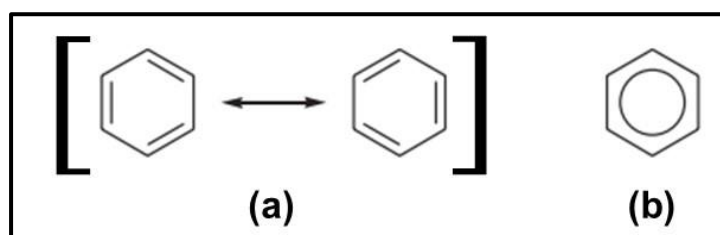


Figura 2.3- Benzeno: (a) formas canônicas, (b) híbrido de ressonância.

Os corantes orgânicos podem ser classificados como azoicos e não azoicos. Os azoicos contêm um ou mais grupos cromóforos azo ($-N=N-$) em sua estrutura, sendo que cada um deles está ligado a pelo menos um anel aromático. Eles são considerados a classe de corantes mais importante e estudada em relação às demais, representando cerca de 50% dos corantes comerciais. O grupo azo está

ligado diretamente a outros dois grupos, sendo que pelo menos um é aromático. Um exemplo de azocorante é a tartrazina (Figura 2.4a), cuja coloração é amarela.

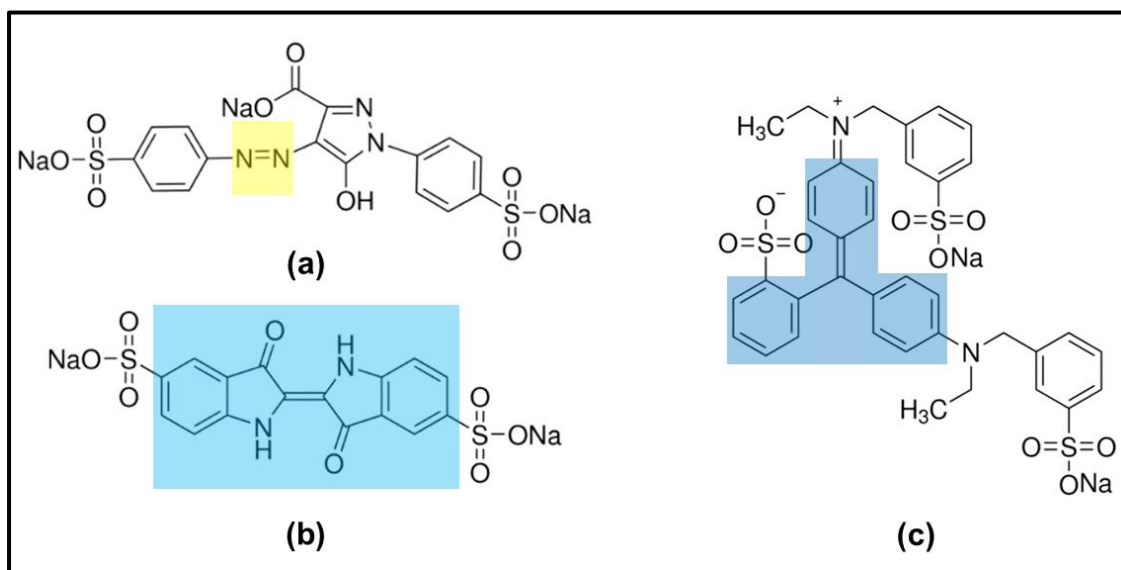


Figura 2.4- Estruturas de alguns corantes alimentícios: (a) tartrazina, (b) indigotina e (c) azul brilhante FCF. Fonte: Catálogo da Sigma Aldrich (<https://www.sigmaaldrich.com/catalog>).

A tartrazina (Figura 2.4a) é um corante que apresenta excelente estabilidade à luz, ao calor e à acidez, sendo um dos mais empregados na indústria de alimentos, com uso permitido no Canadá, Estados Unidos e União Europeia. Estima-se que uma em cada 10 mil pessoas apresenta reação alérgica a este corante, com sintomas que variam de uma simples urticária até asma.

Os corantes não azoicos abrangem diversas classes de compostos químicos, como é o caso da indigotina (Figura 2.4b) e do azul brilhante FCF (Figura 2.4c).

A indigotina possui o grupo indigóide como cromóforo (grupo destacado em azul na Figura 2.4b). Os corantes indigóides constituem uma das classes de corantes orgânicos mais antigas, sendo utilizados para o tingimento de tecidos como a lã, o linho e o algodão por mais de 5.000 anos. A indigotina é empregada na União Europeia, Japão, Estados Unidos e Inglaterra e, ao contrário da tartrazina, possui baixa estabilidade à luz, ao calor e à acidez.

O azul brilhante FCF possui o grupo trifenilmetano como cromóforo (grupo destacado em azul na Figura 2.4c), o qual apresenta três radicais arilas ligados a

um átomo de carbono central. O uso do azul brilhante FCF é liberado na União Europeia e nos Estados Unidos. Na Inglaterra e no Canadá, o seu uso é controlado, sendo que no primeiro ele pode ser utilizado apenas em alguns alimentos e no último o limite máximo permitido é de 100 ppm. Este corante possui estabilidade razoável à luz, ao calor e à acidez. O acrônimo FCF presente em seu nome consiste nas iniciais da expressão em inglês *for coloring food* que significa “para colorir alimentos”.

Além dos grupos cromóforos, os corantes também podem conter grupos auxocromos, os quais não conferem cor às substâncias quando presentes sozinhos na estrutura, entretanto, conferirão cor se estiverem associados aos cromóforos. Grupos auxocromos podem deslocar o comprimento de onda absorvido pelo grupo cromóforo para um valor maior (deslocamento batocrômico) ou para um valor menor (deslocamento hipsocrômico) ou podem alterar a intensidade de absorção, de modo a aumentá-la (efeito hiperacrômico) ou diminuí-la (efeito hipocrômico). São exemplos de grupos auxocromos o ácido carboxílico ($-\text{CO}_2\text{H}$), o ácido sulfônico ($-\text{SO}_3\text{H}$), o grupo amina ($-\text{NH}_2$) e o grupo hidroxila ($-\text{OH}$). Um exemplo do efeito causado pela substituição de grupos auxocromos é apresentado na Figura 2.5. O 4-hidroxi-azobenzeno absorve radiação em comprimento de onda próximo de 347 nm. A substituição do grupo $-\text{OH}$ por $-\text{NH}_2$, origina o composto 4-aminoazobenzeno, cuja absorção passa a ser em torno de 386 nm, ou seja, há um deslocamento batocrômico devido a substituição de um grupo $-\text{OH}$ por $-\text{NH}_2$ na estrutura do corante. Outra característica dos grupos auxocromos é a contribuição para o aumento da solubilidade dos corantes em meio aquoso.

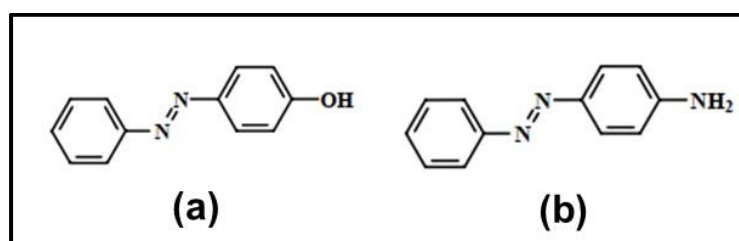


Figura 2.5- Estruturas dos corantes azobenzenos: (a) 4-hidroxi-azobenzeno, (b) 4-aminoazobenzeno.

Na Tabela 2.1 são apresentadas informações sobre os corantes tartrazina, indigotina e azul brilhante FCF. Observa-se que os corantes recebem outras

denominações, sendo que os rótulos dos corantes alimentícios podem utilizar qualquer uma dessas por não haver uma regra específica. Alguns rótulos, trazem o nome do corante seguido pelo número INS (*International Numbering System*), que trata do Sistema Internacional de Numeração de Aditivos Alimentares. Este sistema foi elaborado com o objetivo de se estabelecer uma identificação internacional para os aditivos alimentares nas listas de ingredientes de alimentos industrializados, como uma alternativa à declaração do nome específico do aditivo. O INS não pressupõe uma aprovação toxicológica do corante, uma vez que essa ação é da responsabilidade dos órgãos de saúde e vigilância sanitária de cada país, e é instituída após o exame dos resultados das avaliações toxicológicas necessárias. No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) é responsável por sua aprovação.

Tabela 2.1- Algumas informações a respeito dos corantes tartrazina, indigotina e azul brilhante FCF

Corante	Outra Denominação do Corante*	INS**	Classe*	Massa molar* (g/mol)	λ_{\max} em água* (nm)
Tartrazina	Amarelo nº 5	102	Monoazo	534,4	426
Indigotina	Azul nº 2	132	Indigóide	466,3	610
Azul brilhante FCF	Azul nº 1	133	Trifenilmetano	792,8	629

*Fonte: <http://serv-bib.fcpar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/865/744>

**Fonte: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/sistema-internacional-de-numeracao-de-aditivos-alimentares-ins.pdf>

Outro parâmetro apresentado na Tabela 2.1 é o comprimento de onda de máxima absorção da radiação (λ_{\max}). A determinação do λ_{\max} é feita com o auxílio de um espectrofotômetro que permite o registro de valores de absorbância para soluções de corante. Os valores obtidos são plotados em uma curva de absorbância vs. comprimento de onda, denominada "espectro de absorção". Neste é possível localizar facilmente o λ_{\max} , que consiste no valor de comprimento de onda onde a absorbância atinge valor máximo. Em linhas gerais, a absorbância é um parâmetro usado para descrever a absorção da luz pela matéria e o comprimento de onda é o

parâmetro utilizado em espectrofotometria para diferenciar ondas eletromagnéticas, sendo definido como a distância entre dois pontos máximos de uma onda.

Na Figura 2.6 são apresentados os espectros de absorção de soluções preparadas a partir de alguns corantes líquidos da marca Junco®, cujos rótulos são apresentados na Figura 2.7. Como neste trabalho utilizamos o termo corante para designar qualquer substância química que confere cor a um produto, iremos designar os corantes alimentícios líquidos, constituídos por mais de uma substância química, pela expressão “soluções corantes”, a fim de facilitar o entendimento e evitar confusões.

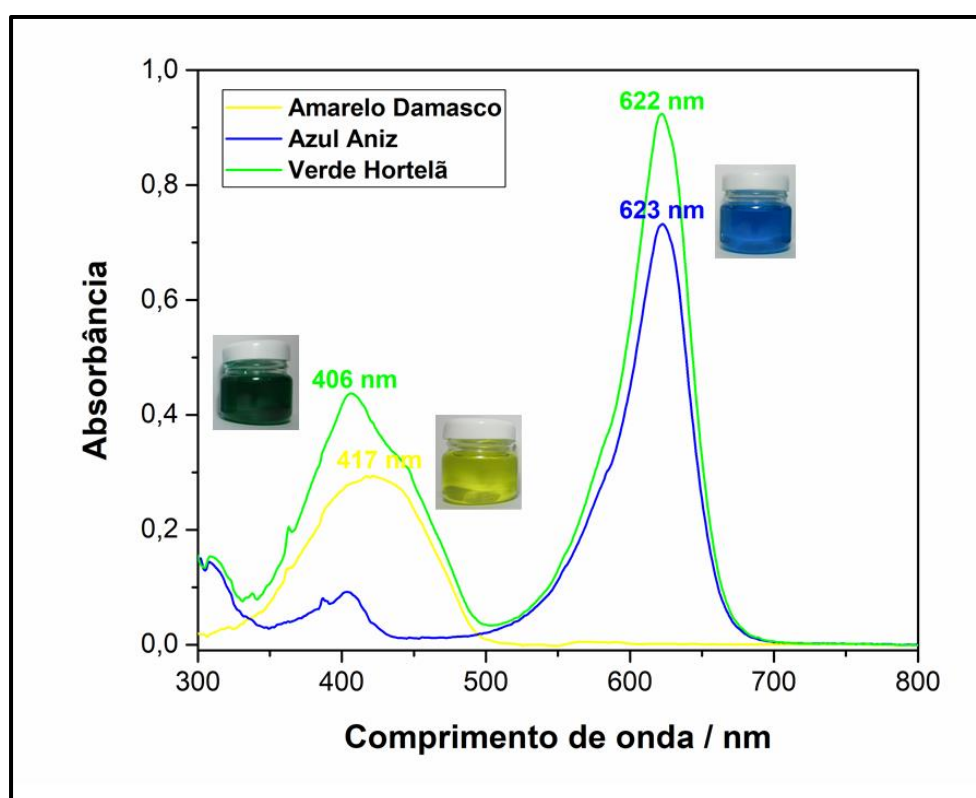


Figura 2.6- Espectros de absorção de algumas soluções corantes da marca Junco®, diluídas 1250 vezes em água.



Figura 2.7- Rótulos das soluções corantes Amarelo Damasco, Azul Aniz e Verde Hortelã da marca Junco®.

A solução corante Amarelo Damasco da marca Junco®, apresenta em sua composição o corante tartrazina (Figura 2.7) e, de acordo com a literatura, este corante apresenta um λ_{max} em 426 nm em meio aquoso (Tabela 2.1). Desta forma, a banda de absorção da solução corante Amarelo Damasco em 417 nm pode ser atribuída à tartrazina (Figura 2.6). A diferença entre o λ_{max} encontrado na literatura e o determinado experimentalmente pode estar relacionada à presença de álcool etílico na composição da solução corante, o que provavelmente contribuiu para o deslocamento hipsocrômico da banda de absorção.

A solução corante Azul Aniz da marca Junco®, apresenta em sua composição os corantes indigotina e azul brilhante FCF (Figura 7). De acordo com a literatura (Tabela 2.1), a indigotina apresenta um λ_{max} em 610 nm e o azul brilhante FCF, em 629 nm, ambos em meio aquoso. Na Figura 2.6, observa-se uma banda em 623 nm para a solução corante Azul Aniz, um valor intermediário entre os λ_{max} dos corantes idigotina e azul brilhante FCF. Essa banda é resultante da contribuição de ambos os corantes. A solução corante Azul Aniz também apresenta uma banda de menor intensidade em 404 nm, característica do corante azul brilhante FCF.

Em se tratando da solução corante Verde Hortelã da marca Junco® observa-se por meio dos espectros da Figura 2.6 que sua cor é o resultado da mistura da

cor amarela com a azul, uma vez que ela apresenta as bandas referentes a estas duas cores. Esse comportamento pode ser confirmado quando se avalia o rótulo do corante (Figura 2.7), em que aparece descrita a sua composição pela mistura dos corantes tartrazina e azul brilhante FCF.

As cores amarela e azul, assim como a cor vermelha são cores primárias, de acordo com o sistema de cores RYB (*Red, Yellow and Blue* - vermelho, amarelo e azul), um modelo histórico de síntese subtrativa de cores. Combinando-se as cores primárias, são obtidas as secundárias (Figura 2.8a), ou seja, verde (mistura do amarelo com azul), laranja (mistura do amarelo com vermelho) e roxo (mistura do azul com vermelho). O sistema RYB ainda é bastante utilizado em artes plásticas, embora seja considerado cientificamente incorreto. Atualmente, considera-se que o melhor modelo subtrativo é o CMY (*Cyan, Magenta and Yellow* – ciano, magenta e amarelo), que é capaz de representar todas as cores perceptíveis ao olho humano (Figura 2.8b). Historicamente, o RYB era usado em substituição ao CMY pelo fato dos pigmentos naturais de cor ciano e magenta serem raros, sendo então substituídos pelo azul e vermelho, respectivamente.

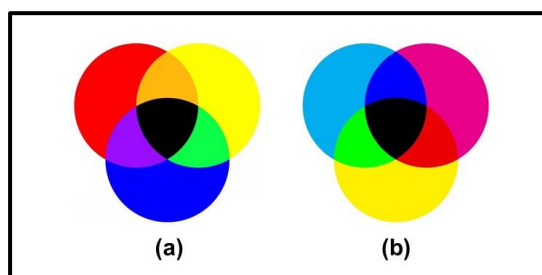


Figura 2.8- Sistemas de cores: (a) RYB e (b) CMY.

1.2. Objetivos

Esta atividade tem como objetivo introduzir a química orgânica aos alunos do 3º ano do Ensino Médio e resgatar conceitos já estudados em anos anteriores por meio de uma prática que envolve a preparação de um merengue a partir de claras de ovos e a atribuição de diferentes tonalidades de verde a porções do mesmo, empregando soluções corantes amarela e azul.

1.3. Conteúdos

A proposta desta sequência didática contextualiza e contempla a abordagem dos seguintes conteúdos:

- misturas e substâncias;
- misturas homogêneas e heterogêneas;
- soluto e solvente;
- soluções concentradas e diluídas;
- formas de se expressar a concentração de uma solução (% e mol/L);
- compostos orgânicos;
- fórmulas estruturais e moleculares.

1.4. Turma

Recomenda-se a aplicação da atividade proposta aos alunos do 3º ano do Ensino Médio, mas pode ser aplicada a outros anos do ensino médio caso seja de interesse do professor.

1.5. Tempo estimado

Recomenda-se a utilização de quatro aulas: uma aula para a aplicação da avaliação diagnóstica e para a introdução do tema corantes; uma aula para dar o feedback da avaliação diagnóstica aos estudantes e para discutir o experimento proposto; uma aula para a realização e discussão da prática e do relatório e uma aula para o feedback do relatório aos alunos.

1.6. Experimento

1.6.1. Problematização

No início do experimento, sugere-se que o professor apresente aos alunos a situação-problema do Quadro 2.1, incitando-os a participarem com propostas para resolvê-la. Sugere-se que haja uma discussão entre os alunos da turma mediada pelo professor que resulte em uma proposta para a resolução da situação-problema.

Quadro 2.1- Proposta de problematização para a atividade: “Como colorir um merengue com diferentes tonalidades de verde?”

Clara era uma adolescente que tinha duas paixões em sua vida: a química e a confeitaria. Também não poderia ser diferente, já que seu pai era professor de Química e sua mãe, uma confeitaria de mão cheia. Em um certo dia, Clara auxiliou a sua mãe a confeccionar um bolo para uma festa infantil. Elas prepararam um merengue a partir de claras de ovos para ser utilizado como cobertura do bolo. Como a mãe da Clara era muito criativa, teve a ideia de enfeitar o bolo com suspiros preparados a partir do próprio merengue. Para combinar com a temática da festa, os suspiros deveriam ser coloridos com diferentes tonalidades de verde. No entanto, a mãe de Clara possuía uma única solução corante verde disponível em sua dispensa, além de outras soluções corantes, como a amarela e a azul. Uma vez que o merengue já estava pronto e ela tinha pouco tempo para finalizar o bolo e realizar a entrega, não haveria tempo hábil para comprar. Vocês seriam capazes de ajudar Clara e sua mãe a solucionar este problema?

1.6.2. Materiais necessários

Os materiais necessários para a realização do experimento são:

- claras de ovos;
- açúcar refinado;

- açúcar de confeitiro;
- batedeira ou Fouet;
- soluções corantes amarela e azul (corantes líquidos alimentícios);
- pratos descartáveis;
- colheres descartáveis;
- copos descartáveis de 50 mL;
- conta-gotas;
- sacos de arroz ou feijão (1 kg) limpos (somente o saco, sem o conteúdo interno);
- formas refratárias.

A quantidade de claras de ovos, açúcar refinado e açúcar de confeitiro dependerá do número de alunos da turma. Recomenda-se que para cada clara de ovo sejam utilizados 25 g de açúcar refinado e 25 g de açúcar de confeitiro, sendo que este último pode ser substituído pelo açúcar refinado triturado em um liquidificador ou mixer.

Sugere-se que o experimento seja realizado em grupo, que o professor solicite a cada aluno que traga um ovo e que cada grupo providencie 25 g de açúcar refinado e 25 g de açúcar de confeitiro (ou 50 g de açúcar refinado, caso o professor opte por substituir o açúcar de confeitiro).

Recomenda-se que o professor opte por soluções corantes amarela, azul e verde de marcas que tragam a composição em seus rótulos, de forma que estas informações possam ser facilmente identificadas pelos alunos. Sugerimos as marcas Junco[®], Arcolor[®] e Mix[®], entretanto, outras marcas podem ser utilizadas. Ainda, recomenda-se que a aquisição das soluções corantes seja de responsabilidade do professor.

Para evitar imprevistos no cronograma, sugere-se que o professor solicite aos seus alunos que entreguem os materiais (ovos e açúcar) com uma semana de antecedência.

1.6.3. Parte experimental

O experimento envolverá as etapas de preparo do merengue e sua posterior coloração.

O merengue poderá ser preparado pelo próprio professor, antes da aula experimental, ou mesmo por um funcionário da escola que trabalhe ou auxilie na cozinha. Caso queira, o professor poderá registrar a etapa do preparo por meio de fotos e/ou vídeos e disponibilizar aos alunos. No preparo do merengue deve-se, inicialmente, separar completamente as claras das gemas dos ovos. Existem utensílios que auxiliam nessa separação, mas caso o professor não disponha de um destes, recomenda-se separar como demonstrado na Figura 2.9.

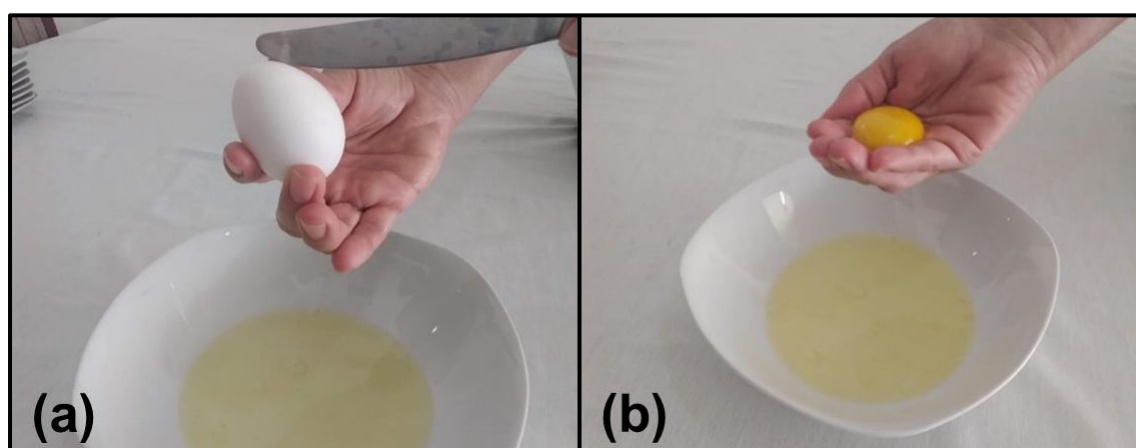


Figura 2.9- Processo de separação entre a clara e a gema do ovo: (a) utilização de uma faca para quebrar a casca do ovo; (b) separação entre a clara que escorre entre os dedos e a gema retida na mão.

Após a separação das claras, deve-se transferi-las para um único recipiente e batê-las com o auxílio de uma batedeira até o ponto de neve firme ser atingido. Deve-se utilizar um recipiente fundo pelo fato do volume aumentar significativamente durante a formação da neve. Caso o professor não disponha de uma batedeira, poderá utilizar um batedor manual do tipo *Fouet* ou até mesmo um garfo, mas, neste caso, será necessário esforço físico e, provavelmente, mais tempo para se atingir o ponto de neve firme. Um teste rápido e prático para se certificar que o ponto de neve firme foi atingido é emborcar a tigela e verificar se a clara em neve permaneceu estática e sem o menor risco de se soltar do fundo do recipiente.

Isso indica que o ponto de neve foi atingido. Na Figura 2.10 são apresentadas as etapas para se obter o ponto de neve firme.

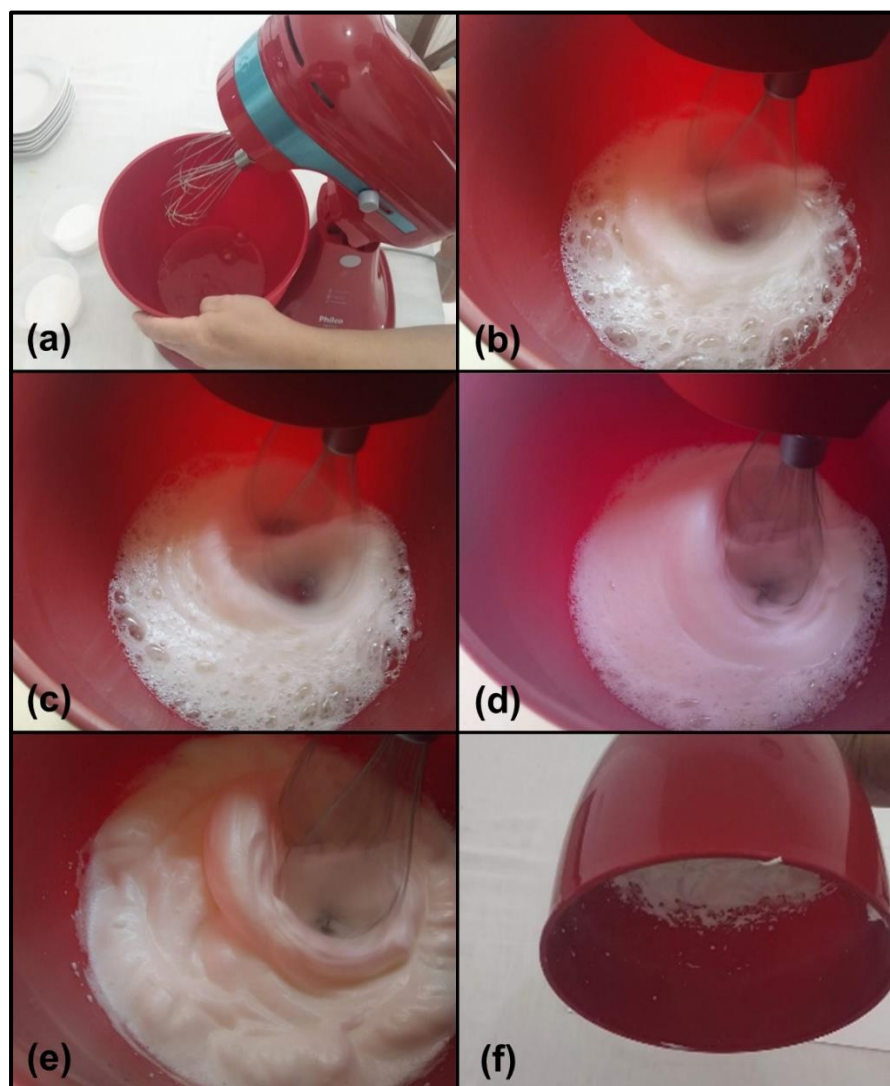


Figura 2.10- Processo de preparo da clara em neve: (a) utensílios; (b), (c), (d) e (e) processo de transformação da espuma semilíquida e transparente com bolhas grandes em espuma firme, resistente e com bolhas pequenas (ponto de neve firme); (f) teste para conferir se o ponto de neve firme foi atingido.

Após obter as claras em neve firme, continuar batendo e acrescentar lentamente o açúcar comum e, na sequência, o açúcar de confeitado. Ainda, continuar batendo as claras até se observar a completa homogeneização. Ao final deste processo, o merengue estará pronto para ser levado para a aula experimental

em sala de aula, onde será realizada a segunda etapa do experimento, que corresponde à coloração do merengue.

Na sala de aula, o professor deverá apresentar a situação-problema (Quadro 2.1) aos alunos e conduzir uma discussão para estabelecer uma proposta de resolução do problema. No contexto da discussão, o professor deve solicitar aos alunos que observem os rótulos dos corantes, podendo resgatar os conceitos de cores primárias e secundárias.

Para a realização do experimento, a sugestão é dividir em grupos de cinco alunos, para que cada um prepare uma mistura com diferente tonalidade de verde a partir das soluções corantes azul e amarelo. A fim de organizar o trabalho com a turma, recomenda-se construir uma tabela na lousa, conforme o modelo (Tabela 2.2), em que são apresentadas 5 possíveis misturas a serem preparadas, correspondendo a 5 grupos de alunos. As soluções obtidas a partir destas misturas com diferentes tonalidades de verde são mostradas na Figura 2.11. Os volumes totais das soluções dos corantes mencionados no exemplo da Tabela 2.2 e Figura 2.11 foram medidos com o auxílio de micropipetas, mas sabendo que não é comum as escolas de Ensino Médio possuírem este dispositivo, recomenda-se a contabilização de número de gotas, que pode ser facilmente medido com o auxílio de uma pipeta Pasteur ou de um conta-gotas. Nesta situação, o volume total de gotas deve ser igual ao número de grupos mais 1. Por exemplo, se houver 9 grupos, o número total de gotas deverá ser igual a 10, sendo que o primeiro grupo deve misturar 9 gotas de corante amarelo com 1 gota de corante azul; o segundo, 8 gotas de amarelo com 2 gotas de azul e assim sucessivamente.

Tabela 2.2- Modelo de tabela a ser construída com os alunos para a obtenção de corantes com diferentes tonalidades de verde.

Mistura	Volume do corante Amarelo Damasco (µL)	Volume do corante Azul Aniz (µL)	Volume total (µL)
1	40	5	45
2	25	20	45
3	20	25	45
4	10	35	45
5	5	40	45

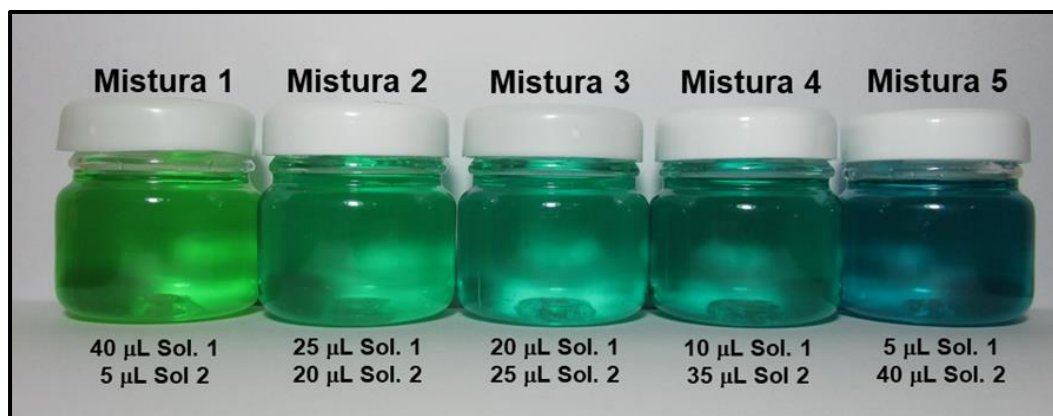


Figura 2.11- Soluções obtidas a partir da mistura de soluções dos corantes Amarelo Damasco (Sol. 1) e Azul Aniz (Sol. 2), ambos da marca Junco®. As misturas foram diluídas antes do registro da foto para permitir melhor visualização da diferença entre as cores (os 45 μ L das soluções corantes foram adicionados em balões volumétricos de 50 mL e o volume foi completado com água).

Em seguida, o professor deverá distribuir o merengue em pratos descartáveis, como mostrado na Figura 2.12a e entregar cada porção aos grupos, juntamente com um copo, uma colher descartável e um conta gotas. Cada grupo deverá utilizar o copo descartável para misturar os corantes amarelo e azul, na proporção definida para cada grupo. A maioria dos frascos das soluções de corantes contém um bico dosador do tipo conta-gotas que possibilita a adição direta e com segurança no copo descartável. Após misturar as soluções dos corantes, deve-se agitar cuidadosamente o copo para garantir a completa homogeneização. Em seguida, com o auxílio de um conta gotas, adicionar oito gotas da mistura de solução corante no merengue (Figura 2.12b) e agitar cuidadosamente com o auxílio da colher descartável, até se obter um merengue com coloração uniforme (Figura 2.12c).

Na sequência, o professor deverá orientar aos alunos que realizem um pequeno corte na ponta do saco de arroz ou feijão solicitado e, com o auxílio da colher descartável, transfiram o merengue colorido para o saco. Neste momento, cada grupo deve usar a criatividade para fazer suspiros de diferentes formas com o merengue (formas geométricas, logo de marcas, etc). Um exemplo é apresentado na Figura 2.12d. Para essas criações, o merengue será aplicado diretamente em formas refratárias. Depois de tudo pronto, as formas contendo o merengue

previamente colorido deverão ser levadas ao forno pré-aquecido e lá permanecer por 10 min a 140°C.

As gemas que foram separadas das claras poderão ser utilizadas para a confecção de um bolo por algum funcionário da cozinha. No quadro 2.2, é apresentada uma sugestão de receita. O bolo também pode ser decorado com o merengue e, no final da atividade, os alunos poderão degustar o bolo e os suspiros que foram preparados.

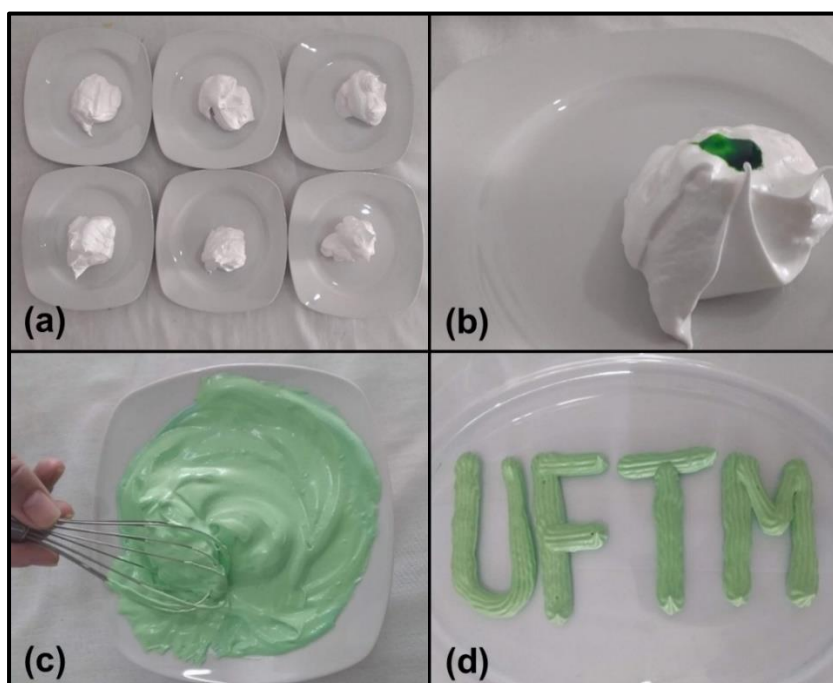


Figura 2.12- (a) Divisão do merengue em pratos. (b) e (c) Adição da mistura de corantes ao merengue e preparação do merengue colorido. (d) Exemplo de criação feita com o merengue para ser levada ao forno.

Quadro 2.2- Receita de bolo de gemas

Ingredientes: 1 colher (chá) de essência de baunilha; 4 gemas; 1/2 xícara de margarina; 3/4 xícara de leite; 1 pitada de sal; 1 xícara de açúcar; 2 xícaras de farinha de trigo; 1 colher de fermento em pó.

Modo de preparo: Pré-aqueça o forno em 180 °C. No liquidificador bata todos os ingredientes, adicionando-os um a um na sequência que está na lista, até que a mistura fique homogênea. Se preferir pode usar a batedeira. Coloque a massa numa forma de pudim de 23 cm de diâmetro untada e enfarinhada e asse por cerca de 50 minutos.

Fonte: <https://gshow.globo.com/receitas-gshow/receitas/bolo-de-gemas-4f4255e1a5a2644ac601f2ee.ghtml>

1.7. Proposta de condução da atividade

Inicialmente, na primeira aula, recomenda-se que o professor aplique uma avaliação diagnóstica com o objetivo de verificar se os alunos conseguem utilizar conceitos estudados anteriormente, em anos anteriores. No Quadro 2.3 é apresentada uma sugestão de avaliação diagnóstica. Para não influenciar nas respostas dos alunos às questões desta avaliação, optou-se por não utilizar o termo “solução corante” recomendado anteriormente neste material, mantendo-se o termo comercial “corante artificial líquido”. Após realizar a correção das avaliações diagnósticas, o professor pode dar aos estudantes um feedback das questões da avaliação diagnóstica.

Quadro 2.3- Avaliação diagnóstica (Atividade 1)

Analise os rótulos dos corantes alimentícios apresentados na Figura 2.7 para responder as questões apresentadas na sequência.

1) Complete a tabela:

Corante Artificial Líquido	Constituintes
Amarelo Damasco	
Azul Aniz	
Verde Hortelã	

2) Você classificaria os corantes artificiais líquidos apresentados na questão 1 como substâncias puras, misturas homogêneas ou misturas heterogêneas? Justifique a sua resposta.

3) Você seria capaz de reconhecer quem é (são) o(s) solvente(s) e o(s) soluto(s) de cada corante artificial líquido apresentado na tabela da questão 1? Explique como você chegou a esta conclusão.

4) Qual dos corantes apresentados possui a maior concentração de tartrazina? E de azul brilhante FCF?

5) Considerando as informações da tabela da questão 1, o que aconteceria ao se misturar os corantes Amarelo Damasco e Azul Aniz?

6) Quais são os elementos químicos (símbolos e nomes) presentes nos corantes tartrazina, indigotina e azul brilhante FCF cujas estruturas são apresentadas na Figura 2.4?

A seguir iremos apresentar as respostas que são esperadas para cada pergunta do Quadro 2.3.

Para responder à primeira questão, os alunos terão que procurar a composição de cada corante artificial líquido em seu respectivo rótulo. Na Tabela 2.3 é apresentada a resposta esperada para esta questão.

Tabela 2.3- Resposta esperada para a primeira questão da avaliação diagnóstica do Quadro 2.3.

Corante Artificial Líquido	Constituintes
Amarelo Damasco	Água, álcool etílico e corante artificial tartrazina.
Azul Aniz	Água, álcool etílico e corantes artificiais azul brilhante FCF e indigotina.
Verde Hortelã	Água, álcool etílico e corantes artificiais tartrazina e azul brilhante FCF.

A segunda e terceira questões resgatam o conceito de substância pura, mistura e solução. Uma substância é pura quando é constituída apenas por um tipo de componente. Como os corantes Amarelo Damasco, Azul Aniz e Verde Hortelã são constituídos por mais de um componente, eles são classificados como misturas. Assim, o Amarelo Damasco é uma mistura de 3 componentes, enquanto que o Azul Aniz e o Verde Hortelã são misturas de 4 componentes. Para classificar os corantes como mistura homogênea ou heterogênea é necessário observar o número de fases de cada um. Cada fase de uma mistura possui aspecto visual uniforme, mesmo quando examinado em um ultramicroscópio, o qual é diferente dos microscópios comuns por possuir um sistema de iluminação que permite observar o material sobre fundo escuro. É importante destacar que a avaliação da mistura ao ultramicroscópio é relevante porque algumas misturas heterogêneas parecem homogêneas a olho nu, como é o caso do sangue e do leite. No caso específico dos corantes alimentícios, que são misturas homogêneas, não há necessidade de observá-los com o auxílio de um ultramicroscópio, no entanto, a intensa coloração pode dificultar a avaliação. Assim, recomenda-se ao professor que coloque algumas gotas dos corantes em tubos de ensaio e dilua com água, para que os alunos possam visualizar a amostra e tirar suas conclusões. É importante deixar claro aos alunos que se utiliza a água por esta ser um dos constituintes dos corantes alimentícios. Seria interessante que o professor mostrasse os corantes diluídos para os alunos durante a avaliação diagnóstica, de forma a permitir que observem os tubos de ensaio para responder à questão 2. Assim, a resposta esperada para esta questão é que os corantes alimentícios da Questão 1 são misturas homogêneas por serem constituídos por mais de um componente e apresentarem apenas uma fase.

Solução é uma mistura homogênea líquida ou sólida. O seu componente majoritário, ou seja, aquele presente em maior quantidade é denominado “solvente”, enquanto que o “soluto” é o componente minoritário que é dissolvido pelo solvente. Há casos em que o solvente pode ser uma mistura de substâncias, o que provavelmente é o caso dos corantes alimentícios. A mistura de solventes é utilizada com o objetivo de aumentar a solubilidade dos solutos sólidos. Diante do que foi apresentado, a resposta esperada para a questão 3 é que a água e o álcool etílico são os solventes e a tartrazina, o azul brilhante FCF e a indigotina são os solutos. Observando os rótulos dos corantes artificiais líquidos, observa-se que os corantes estão presentes nas soluções em concentrações baixas que variam entre 0,004 e 0,02%, o que faz deles os constituintes minoritários e, portanto, os solutos destas soluções corantes. As concentrações da água e do álcool etílico não estão expressas nos rótulos dos corantes, o que também é um indicativo de que eles são os solventes, uma vez que não é comum expressar a concentração dos solventes de uma solução, expressando-se apenas a concentração dos solutos, apesar de algumas soluções corantes também não informarem em seus rótulos as concentrações dos corantes.

Para responder à questão 4, os alunos deveriam se lembrar que a concentração pode ser expressa em porcentagem (%). Para expressar a concentração em %, basta calcular a razão entre a massa de soluto e massa de solução e multiplicá-la por 100. Assim, as porcentagens dos corantes nos rótulos das soluções corantes, indicam suas concentrações. A concentração de tartrazina é 0,02% no Amarelo Damasco e 0,01% no Verde Hortelã e de azul brilhante FCF é 0,013% no Azul Aniz e 0,01% no Verde Hortelã. Então, a resposta esperada para a questão 4 é que o corante artificial líquido que possui a maior concentração de tartrazina é o Amarelo Damasco, e o que possui a maior concentração de azul brilhante FCF é o Azul Aniz.

Para responder à questão 5, os alunos podem observar a tabela respondida da questão 1. A solução resultante da mistura do corante artificial líquido Amarelo Damasco com o Azul Aniz, apresentará em sua composição: água, álcool etílico, tartrazina, azul brilhante FCF e indigotina. Esta é a resposta esperada. Se os alunos forem observadores, irão perceber que a solução resultante possui composição quase idêntica à do corante artificial líquido Verde Hortelã, diferenciando-se apenas

pela ausência da indigotina neste último. Uma vez que estão sendo misturadas soluções de coloração amarela e azul, a solução resultante apresentará coloração verde.

Para responder à questão 6, o aluno deve observar as estruturas dos corantes apresentados na Figura 2.4. Caso a química orgânica ainda não tenha sido abordada, certamente os alunos não estarão familiarizados com a representação em bastão (*bond line*) para cadeias carbônicas e, por isso, talvez não identifiquem o elemento carbono (C) como presente na tartrazina no e azul brilhante FCF. A resposta esperada para a questão é: Os elementos químicos presentes na tartrazina, no azul brilhante CFC e na indigotina são: sódio (Na), enxofre (S), oxigênio (O), nitrogênio (N), hidrogênio (H) e carbono (C).

Na segunda aula, recomenda-se que o professor apresente aos alunos a situação-problema mostrada no Quadro 2.1, medie uma discussão e oriente sobre o planejamento do experimento a ser realizado na aula seguinte.

Na terceira aula, os alunos realizarão o experimento em grupos, conforme descrito na seção 2.6.3 deste capítulo. Ao final desta aula, o professor distribuirá um relatório constituído por algumas questões as quais deverão ser entregues pelos estudantes em data previamente determinada. Na quarta aula, após ter corrigido o relatório, o professor realizará uma discussão sobre as questões do relatório. No Quadro 2.4 é apresentada uma proposta de relatório.

Para exemplificar a resolução da questão 1 do relatório, iremos utilizar os dados da Tabela 2.2. Nela os volumes de corantes estão expressos em μL .

Para o cálculo da concentração de um componente nas misturas devemos lembrar da equação matemática utilizada em cálculos de concentração quando se faz diluição (equação 2.1)

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2, \quad (2.1)$$

onde C_1 e V_1 são, respectivamente, a concentração e o volume da solução antes da mistura e C_2 e V_2 são, respectivamente, a concentração e o volume da solução após a mistura. As unidades das concentrações e dos volumes na equação 1 podem ser as mais adequadas para as situações em que são empregadas. As concentrações, por exemplo, podem estar expressas em % e o volume em μL ou em gotas.

Quadro 2.4- Relatório sobre o experimento realizado (Atividade 1)

1) Complete a tabela e calcule a concentração dos corantes tartrazina e azul brilhante FCF em cada uma das misturas preparadas a partir das soluções corantes Amarelo Damasco e Azul Aniz.:

Mistura/ Grupo	Volume de solução corante Amarelo Damasco (gotas)	Volume de solução corante Azul Aniz (gotas)	Volume total (gotas)	Concentração de tartrazina na mistura (%)	Concentração de azul brilhante FCF na mistura (%)
1					
2					
3					
4					
5					

2) Ao se misturar as soluções corantes Amarelo Damasco e Azul Aniz ocorre reação química? Explique sua resposta.

3) Os corantes podem ser representados de forma simplificada pela fórmula molecular, que indica o número de átomos de cada elemento químico na molécula. As fórmulas moleculares da tartrazina, indigotina e azul brilhante FCF são, respectivamente: $C_{16}H_9N_4Na_3O_9S_2$, $C_{16}H_{10}N_2O_2$ e $C_{37}H_{34}N_2Na_2O_9S_3$. Com o auxílio de uma tabela periódica, calcule a massa molar destes corantes. Utilizando estes valores, calcule a concentração molar de cada corante nas soluções corantes Amarelo Damasco, Azul Aniz e Verde Hortelã.

Corante	Massa molar (g/mol)	Amarelo Damasco		Azul Aniz		Verde Hortelã	
		Concentração		Concentração		Concentração	
		%	mol/L	%	mol/L	%	mol/L
Tartrazina ($C_{16}H_9N_4Na_3O_9S_2$)							
Indigotina ($C_{16}H_{10}N_2O_2$)							
Azul Brilhante FCF ($C_{37}H_{34}N_2Na_2O_9S_3$)							

4) Qual a diferença entre corantes artificiais e naturais?

5) Faça uma pesquisa sobre possíveis corantes naturais que poderiam ser utilizados para substituir os corantes artificiais tartrazina e azul brilhante FCF.

6) Por que a indústria de alimentos prefere utilizar corantes artificiais ao invés de naturais?

A concentração de tartrazina na solução corante Amarelo Damasco é 0,02% e de azul brilhante FCF é 0,013%. Assim, para cada mistura da Tabela 2.4, temos que:

$$C_{2/tartrazina\ mistura} = \frac{C_{1/tartrazina\ solução\ Amarelo\ Damasco} \times V_{1/solução\ Amarelo\ Damasco}}{V_{2/mistura}} \quad (2.2)$$

$$C_{2/azul\ brilhante\ mistura} = \frac{C_{1/azul\ brilhante\ solução\ Azul\ Aniz} \times V_{1/solução\ Azul\ Aniz}}{V_{2/mistura}} \quad (2.3)$$

Aplicando estas equações obtemos os resultados apresentados na Tabela 2.4.

Tabela 2.4- Respostas esperadas para a primeira questão do relatório do Quadro 2.4, considerando os dados da Tabela 2.2

Mistura	Volume do corante Amarelo Damasco (µL)	Volume do corante Azul Aniz (µL)	Volume total (µL)	Concentração de tartrazina na mistura (%)	Concentração de azul brilhante FCF na mistura (%)
1	40	5	45	0,018	0,001
2	25	20	45	0,011	0,006
3	20	25	45	0,009	0,007
4	10	35	45	0,004	0,010
5	5	40	45	0,002	0,012

A questão 2 pergunta se ao se misturar as soluções corantes Amarelo Damasco e Azul Aniz ocorre reação química. Ela vai ao encontro da questão 5 da avaliação diagnóstica (Quadro 2.3). Quando as duas soluções são misturadas observa-se que uma nova cor é originada. A mudança de coloração pode sim evidenciar a ocorrência de uma reação química, mas este não é o caso, uma vez que a solução resultante da mistura das soluções corantes Amarelo Damasco e Azul Aniz, apresenta em sua composição: água, álcool etílico, tartrazina, azul brilhante FCF e indigotina. Esta composição é quase idêntica à do corante artificial líquido Verde Hortelã, diferenciando-se apenas pela ausência da indigotina neste último. Assim, como é possível a coexistência dos constituintes de ambas as

soluções corantes, pode-se afirmar que a mistura não resultou em uma reação química.

Na prática, uma maneira de observar que não ocorreu reação química é registrando os espectros de absorção. Na Figura 2.6, observamos que a solução corante Amarelo Damasco apresenta uma banda em 417 nm, característica da tartrazina e a solução corante Azul Aniz, possui uma banda em 623 nm, característica dos corantes azul brilhante FCF e indigotina. No espectro da solução corante Verde Hortelã, que possui na sua composição os corantes tartrazina e azul brilhante FCF, observam-se as bandas em 417 nm e 623 nm características dos dois corantes, o que indica que não houve reação química, caso contrário teríamos que visualizar uma terceira banda característica do produto formado. Assim, conclui-se que nem toda mudança de cor está associada a uma transformação química.

Mas então, se não há reação química, como explicar a origem da cor verde para o aluno? Dizer que um objeto é verde, significa que sempre que luz branca é incidida nele, a cor percebida pelo olho humano é a verde. Um objeto verde pode emitir vários comprimentos de onda, sem necessariamente emitir na faixa verde do espectro. Isso ocorre porque a sensação de cor somente se concretiza após uma complexa operação na qual o cérebro processa os estímulos provocados pela distribuição de energia e propriedades espectrais da luz visível que atravessa ou é refletida por um objeto de determinada cor e que são registrados pela retina.

A questão 3 solicita que as concentrações de corantes expressas em % sejam expressas em mol/L. Para isso é necessário entender o que representa a concentração em %. Ela indica a massa de soluto, que no caso é o corante, sobre a massa de solução, que corresponde a massa de todos os componentes da amostra. Assim, uma concentração de 0,02% de tartrazina no corante Amarelo Damasco indica que a solução tem 0,02 g de tartrazina para cada 100 g de solução. Por se tratar de uma solução diluída, ou seja, a quantidade de tartrazina é bastante inferior à massa de solução, pode-se fazer uma aproximação para converter a concentração para mol/L. Como a água é o solvente principal, vamos considerar que ela é o único constituinte da solução além da tartrazina. Assim, adotaremos a densidade da água (1 g/mL) como sendo a densidade da solução. Dessa forma, consideraremos que uma concentração 0,02% de tartrazina consistirá em 0,02 g de tartrazina para cada 100 mL de solução, ou seja, 0,2 g de tartrazina por litro de

solução. Para converter a concentração de 0,2 g/L de tartrazina para mol/L basta dividir esse valor pela massa molar como indicado na equação 4:

$$\text{Concentração molar} = 0,2 \frac{\text{g tartrazina}}{\text{L}} \times \frac{1 \text{ mol tartrazina}}{534,30 \text{ g tartrazina}} = 3,7 \times 10^{-4} \text{ mol/L} \quad (4)$$

Na Tabela 2.5 são apresentadas as concentrações molares dos corantes presentes nas soluções corantes.

Tabela 2.5- Respostas esperadas para a terceira questão do relatório do Quadro 2.4

Corante	Massa molar (g/mol)	Amarelo Damasco		Azul Aniz		Verde Hortelã	
		Concentração		Concentração		Concentração	
		%	mol/L	%	mol/L	%	mol/L
Tartrazina (C ₁₆ H ₉ N ₄ Na ₃ O ₉ S ₂)	534,30	0,02	3,7 x 10 ⁻⁴	–	–	0,01	1,9 x 10 ⁻⁴
Indigotina (C ₁₆ H ₁₀ N ₂ O ₂)	262,27	–	–	0,004	1,5 x 10 ⁻⁴	–	–
Azul Brilhante (C ₃₇ H ₃₄ N ₂ Na ₂ O ₉ S ₃)	792,85	–	–	0,013	1,6 x 10 ⁻⁴	0,01	1,3 x 10 ⁻⁴

A questão 4 pergunta a diferença entre corantes artificiais e naturais. Os corantes artificiais são aqueles sintetizados em laboratório para substituir os corantes naturais. Eles são aditivos introduzidos nos alimentos apenas para conferir ou intensificar a cor e torná-los mais atrativos, sem apresentar nenhum valor nutritivo. Os corantes naturais são aqueles extraídos de fontes naturais como frutos e vegetais.

Na questão 5, solicita-se que seja feita uma pesquisa sobre possíveis corantes naturais que poderiam ser utilizados para substituir os corantes artificiais tartrazina e azul brilhante FCF.

Como resposta a esta pergunta, espera-se que o aluno relacione a cor de alimentos às cores amarela e azul. O açafrão-da-Índia contém a curcumina, um corante amarelo. Cores amarelas também podem ser obtidas a partir de compostos chamados carotenoides e que estão presentes na cenoura, pimentão e tomate. Já a coloração azul pode ser obtida diretamente a partir de mirtilos e do fruto verde de jenipapo. Ambas as cores, amarelo e azul, podem ser obtidas a partir do repolho roxo. O extrato apresentará coloração azul em pH em torno de 8 e amarela em pH próximo de 12, como pede ser observado na Figura 2.13

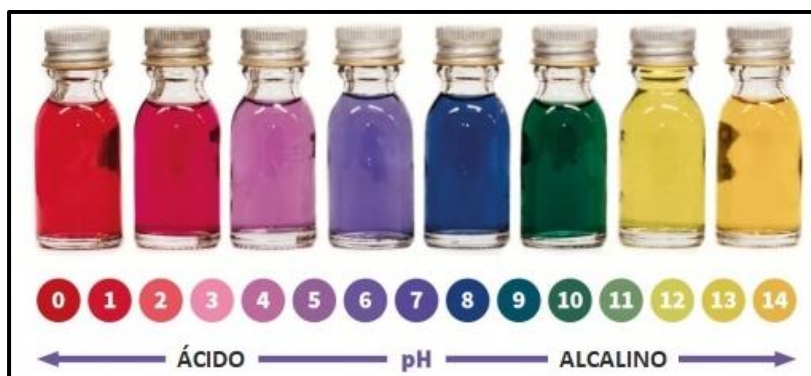


Figura 2.13- Coloração do extrato de repolho roxo em função do pH.

A questão 6 questiona por que a indústria de alimentos prefere utilizar corantes artificiais ao invés de naturais. Isso se deve ao fato de os corantes artificiais apresentarem maior poder de tingimento, ou seja, maior a capacidade de tingir o meio no qual se encontra disperso do que os corantes naturais. Além disso, os corantes artificiais apresentam maior uniformidade e estabilidade à luz, ao oxigênio, ao calor e ao pH, além de isenção de contaminação microbológica e custo de produção relativamente baixo. Apesar dessas vantagens, sua substituição por corantes naturais tem sido gradativa.

Ainda na quarta aula, recomenda-se que o professor, após a discussão das questões com os estudantes, retome a situação problema apresentada no Quadro 2.1 para fazer um fechamento da atividade com os alunos.

1.8. Fontes das figuras

Figura 2.1- Adaptada de “WORLD HEALTH ORGANIZATION INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CÂNCER. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. **Some Aromatic Amines, Organic Dyes, and Related Exposures**. v. 99, Lyon, France: [s.n.], 706p, 2010”.

Figura 2.2- Adaptada de “MARTINS, G. B. C.; SUCUPIRA, R. R.; SUAREZ, P. A. Z. A química e as cores. **Rev. Virtual Quim.**, v. 7, n. 4, p. 1508-1534, 2015.”

Figura 2.3- Adaptada de “CARAMORI, G. F.; OLIVEIRA, K. T. Aromaticidade – Evolução histórica do conceito e critérios quantitativos. **Quim. Nova**, v. 32, n. 7, p. 1871-1884, 2009”.

”

Figura 2.4- Montagem a partir do catálogo da Sigma Aldrich (<https://www.sigmaaldrich.com/catalog>).

Figura 2.5- Adaptada de “WORLD HEALTH ORGANIZATION INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CÂNCER. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. **Some Aromatic Amines, Organic Dyes, and Related Exposures**. v. 99, Lyon, France: [s.n.], 706p, 2010”.

Figura 2.6- Figura produzida pela autora.

Figura 2.7- Montagem da autora a partir de fotos dos rótulos dos corantes.

Figura 2.8- Adaptada de <https://gerenciamentodecor.wordpress.com/2016/02/20/cores-sistema-aditivo-e-substrativo/>.

Figura 2.9- Fotos registradas pela autora.

Figura 2.10- Fotos registradas pela autora.

Figura 2.11- Fotos registradas pela autora.

Figura 2.12- Fotos registradas pela autora.

Figura 2.13- Adaptada de <https://compoundchem.tumblr.com/>.

1.9. Bibliografia

ANVISA, Tabela de Aditivos. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/sistema-internacional-de-numeracao-de-aditivos-alimentares-ins.pdf>. Acesso em: 08 out. 2020.

BRASIL, Farmacopeia Brasileira, Agência Nacional de Vigilância Sanitária; Brasília: Anvisa, v. 2, 5ª ed., 546 p., 2010.

CARAMORI, G. F.; OLIVEIRA, K. T. Aromaticidade – Evolução histórica do conceito e critérios quantitativos. **Quim. Nova**, v. 32, n. 7, p. 1871-1884, 2009.

HUNGER, K.; Industrial Dyes: Chemistry, Properties, Applications. Hoechst, Frankfurt, Germany: WILEY-VCH, 2003.

MARTINS, G. B. C.; SUCUPIRA, R. R.; SUAREZ, P. A. Z. A química e as cores. **Rev. Virtual Quim.**, v. 7, n. 4, p. 1508-1534, 2015.

MASCARENHAS, M. S.; MARIANO K. A. S. M.; MONTEIRO A. A. Estudo da ressonância eletrônica das ligações químicas duplas alternadas por meio de modelos alternativos com embalagens de leites fermentados. 57º Congresso Brasileiro de Química. Gramado, RS. 23 a 27 de out. 2017. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2017/trabalhos.html>. Acesso em: 08 out. 2020.

PRADO, M. A.; GODOY, H. T. Corantes artificiais em alimentos, **Alim. Nutr.**, v.14, n.2, p. 237-250, 2003.

ROCHA, J. C. Cor luz, cor pigmento e os sistemas RGB e CMY. Disponível em: <https://www.belasartes.br/revistabelasartes/downloads/artigos/3/cor-luz-cor-pigmento-e-os-sistemas-rgb-e-cmy.pdf>. Acesso em: 08 out. 2020.

QUEIROZ, C. F.O. **Estudo sobre a intercalação dos corantes azul brilhante-FCF e azul de comassie G-250 em ácido desoxirribonucleico (DNA)**. 2007. 102 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2007.

WORLD HEALTH ORGANIZATION INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CÂNCER. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. **Some Aromatic Amines, Organic Dyes, and Related Exposures**. v. 99, Lyon, France: [s.n.], 706p, 2010.

Capítulo 3

Atividade 2: Como colorir cubos de açúcar?

3. Atividade 2: Como colorir cubos de açúcar?

3.1. Introdução teórica

A capilaridade ou ação capilar é a tendência de um líquido se movimentar para cima ou para baixo no interior de um tubo com diâmetro muito pequeno, denominado tubo capilar. O termo capilar é utilizado em alusão aos fios de cabelo que são muito finos. A capilaridade é uma consequência da tensão superficial dos líquidos. Ao introduzir-se uma das extremidades de um tubo capilar de vidro em um recipiente com água, observa-se o deslocamento da água tubo acima e, após algum tempo decorrido, há uma estabilização em uma determinada altura acima da superfície da água contida no recipiente. Se ao invés de água, o recipiente contiver mercúrio, este se estabiliza dentro do tubo capilar a uma distância abaixo do seu nível no recipiente. No primeiro caso, ocorreu uma ascensão capilar (Figura 3.1a) e no segundo, uma depressão capilar (Figura 3.1b). Além da natureza do líquido, a altura alcançada por este no interior do tubo capilar também dependerá do seu diâmetro.

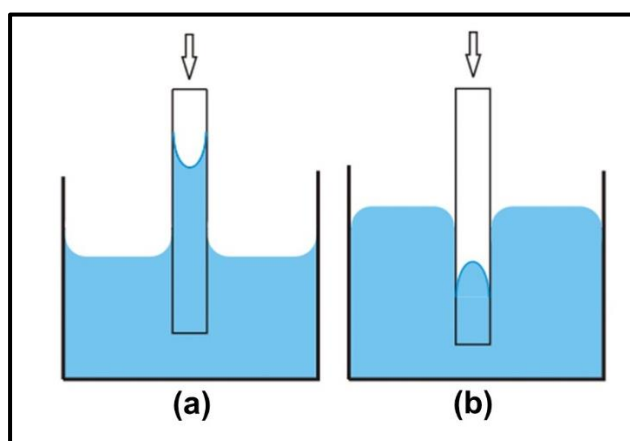


Figura 3.1- Representação dos fenômenos de: (a) ascensão capilar (menisco côncavo) e (b) depressão capilar (menisco convexo)

A superfície de um líquido comporta-se como uma membrana elástica porque as moléculas ou átomos da superfície são atraídas somente pelas existentes no interior do líquido, ao contrário destas que são atraídas em todas as direções (Figura 3.2). As forças de atração entre as moléculas ou átomos de um líquido são chamadas de forças de coesão e são responsáveis por mantê-las unidas. Além das

forças de coesão, há forças de adesão que ocorrem entre as moléculas ou átomos do líquido e as da superfície do recipiente que o contém. Assim, as forças de coesão são forças intermoleculares existentes entre as moléculas do líquido e as forças de adesão são aquelas existentes entre as moléculas do líquido e as do recipiente que o contém.

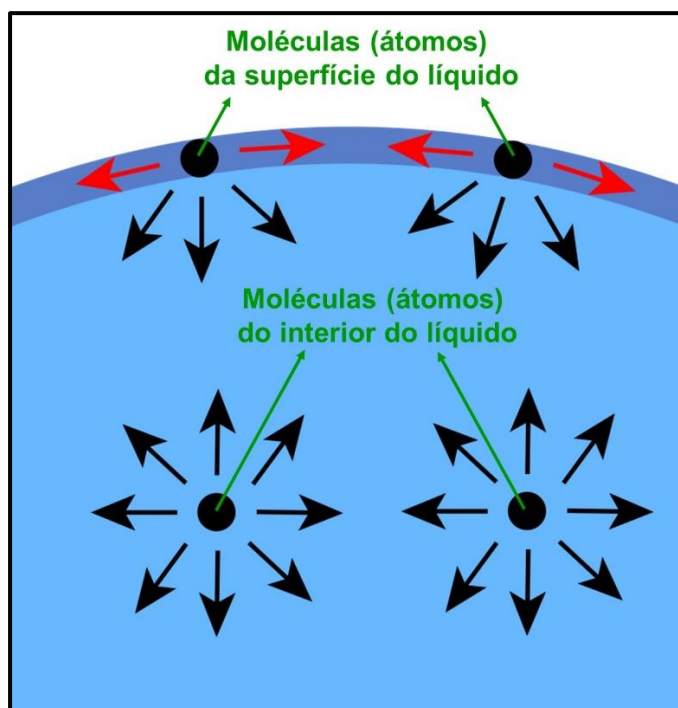


Figura 3.2- Representação das forças de coesão atuantes nas moléculas (átomos) da superfície do líquido e nas moléculas (átomos) do interior do líquido.

A formação de um menisco côncavo ou convexo em um líquido depende da relação entre as forças de coesão e adesão. No caso da água em um tubo de ensaio de vidro, as forças de adesão entre as moléculas da água e as paredes do tubo de ensaio são mais intensas do que as de coesão na própria água, fazendo com que as moléculas de água adiram ao tubo de ensaio, formando um menisco côncavo (Figura 3.1a). Neste caso, diz-se que a água tem a tendência de molhar a superfície do vidro e observa-se a elevação do líquido no tubo capilar (Figura 3.1a).

Em se tratando do mercúrio em um tubo de ensaio de vidro, as forças de coesão entre os átomos do metal são mais intensas do que as de adesão entre o mercúrio e o vidro, fazendo com que o mercúrio se afaste do tubo de ensaio,

formando um menisco convexo (Figura 3.1b). Neste caso, diz-se que o mercúrio tende a não molhar a superfície do vidro e há uma depressão capilar (Figura 3.1b).

A tendência de um líquido aderir ou não em uma superfície sólida pode ser quantificada pelo ângulo de contato (θ), como mostra a Figura 3.3. Esse ângulo é medido entre a superfície e a reta tangente à superfície do líquido no ponto de contato entre o líquido e a superfície. Para meniscos côncavos, θ encontra-se compreendido entre 0 e 90° (Figura 3.3(a)), enquanto que para meniscos convexos, θ encontra-se entre 90° e 180° (Figura 3.3(b)). Quanto mais intensas as forças de adesão entre a superfície e o líquido em relação às forças de coesão, menor será o valor de θ .

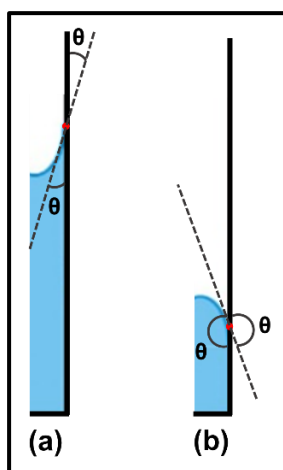


Figura 3.3- Ângulo de contato para: (a) menisco côncavo ($\theta < 90^\circ$) e (b) menisco convexo ($90^\circ < \theta < 180^\circ$). Os pontos de contato entre o líquido e a superfície estão indicados em vermelho e as retas tangentes à superfície do líquido, pelas linhas tracejadas.

As moléculas de água são mantidas unidas por meio de ligações de hidrogênio, conforme representado na Figura 3.4. Quando em contato com o vidro, cujo principal constituinte é o óxido de silício (SiO_2), elas também são capazes de formar ligações de hidrogênio com ele (Figura 3.4). São estas ligações que explicam porque a água tem a tendência de molhar o vidro, resultando na formação de um menisco côncavo.

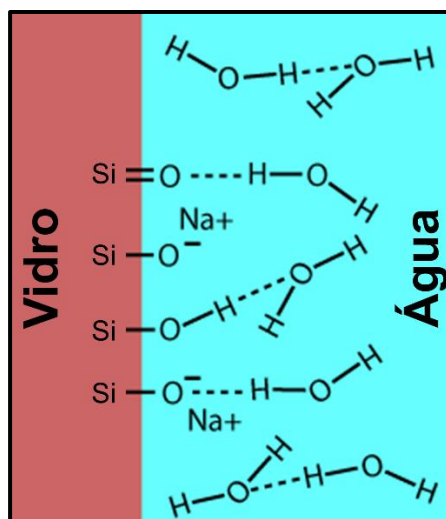


Figura 3.4- Interações químicas entre as moléculas de água e entre as moléculas de água e a superfície do vidro. As linhas tracejadas indicam as ligações de hidrogênio.

A molhabilidade é a capacidade que um líquido tem de molhar uma superfície sólida com a qual está em contato. Ela é inversamente proporcional ao ângulo de contato, ou seja, quanto menor o valor do ângulo de contato, maior a molhabilidade do líquido para uma determinada superfície sólida. O ângulo de contato (θ) também pode ser avaliado observando-se o comportamento de uma ou mais gotas do líquido depositadas em uma superfície sólida (Figura 3.5). O líquido poderá se espalhar completamente pela superfície, formando um filme ou assumir um formato semiesférico. Se θ igual a 0° , o líquido molha totalmente a superfície e se θ igual a 180° , diz que não há adesão entre a superfície sólida e o líquido. Se $0^\circ < \theta < 90^\circ$, considera-se que o líquido molha o sólido e se $90^\circ < \theta < 180^\circ$, diz-se que o líquido não molha o sólido (Figura 3.5).

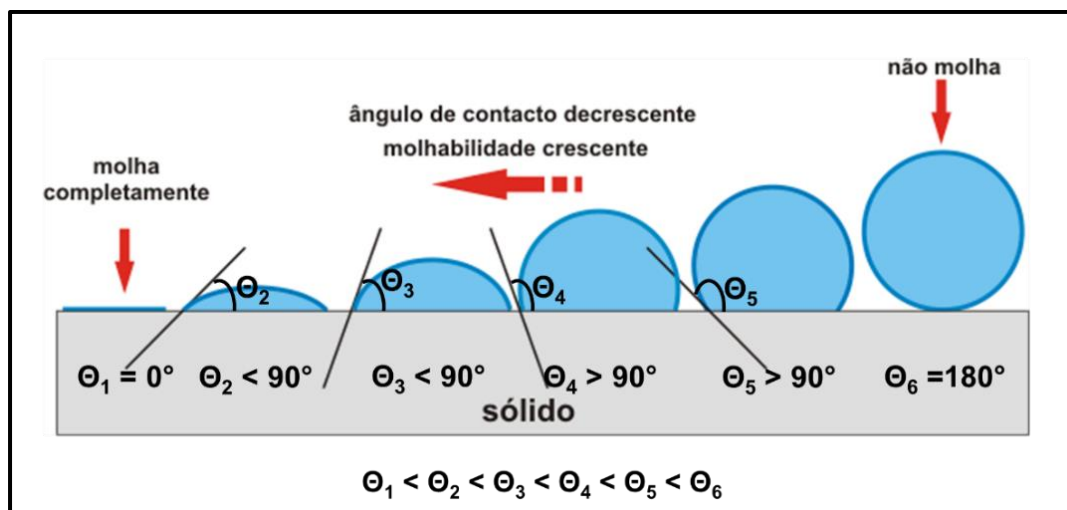


Figura 3.5- Relação entre a molhabilidade e o ângulo de contato.

Sólidos porosos são facilmente penetrados por líquidos, sendo que seus poros se comportam como um conjunto de tubos capilares por onde os líquidos caminham. Considerando que os poros geralmente são muito estreitos, a subida do líquido, observada quando se introduz verticalmente a extremidade de um papel de filtro em um recipiente com água ou etanol, pode atingir a altura máxima do papel (Figura 3.6). A capilaridade é responsável pelo deslocamento do líquido sobre a superfície do papel.

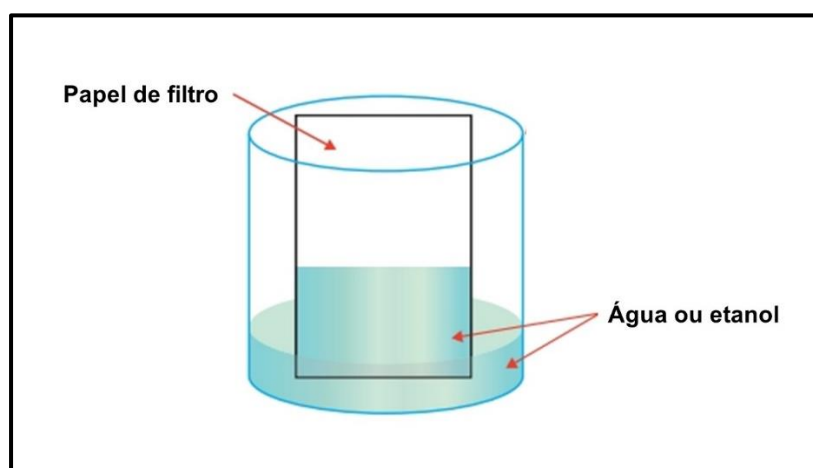


Figura 3.6- Representação do fenômeno de capilaridade em um papel de filtro introduzido em um recipiente com água ou etanol.

A capilaridade também explica o deslocamento ascendente: (a) da seiva bruta (água e sais minerais) da raiz às folhas dos vegetais (Figura 3.7a); (b) do

combustível pelo pavio da lamparina para alimentar a chama (Figura 3.7b); (c) do café pelo biscoito (Figura 3.7c) e (d) da umidade pelas paredes de uma casa, quando não é feita uma impermeabilização adequada do solo (Figura 3.7d).

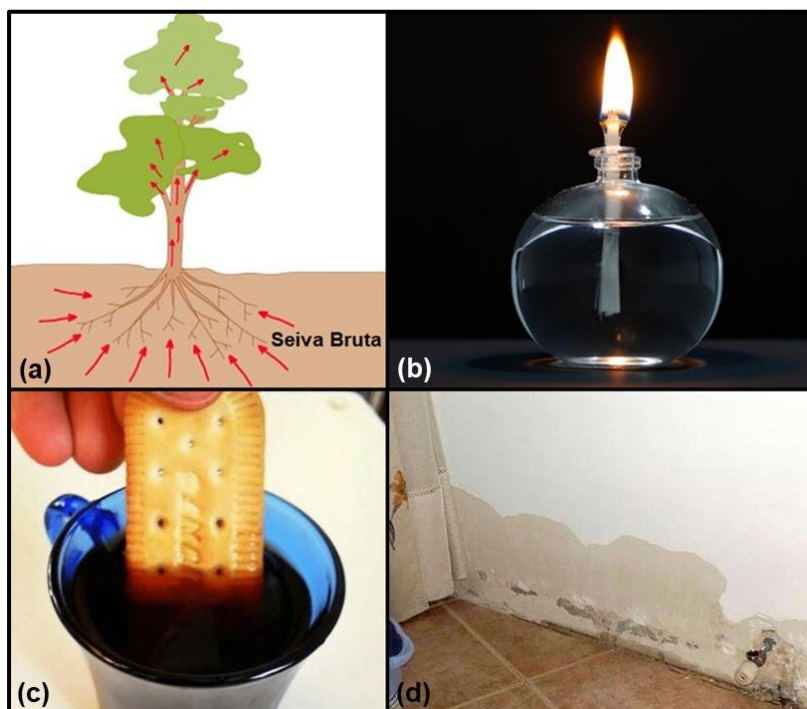


Figura 3.7- Fenômeno de capilaridade ocorrendo: (a) nas plantas; (b) na lamparina; (c) no biscoito mergulhado no café e (d) na parede de uma casa.

3.2. Objetivos

Esta atividade tem como objetivo apresentar o fenômeno de capilaridade aos alunos do 3º ano do Ensino Médio, cuja compreensão é necessária para a abordagem do tema da próxima atividade, que é a técnica de cromatografia. O fenômeno será abordado a partir de um experimento que tem como objetivo colorir cubos de açúcar.

3.3. Conteúdos

A proposta desta sequência didática contextualiza e contempla a abordagem dos seguintes conteúdos:

- capilaridade;
- forças intermoleculares (forças de coesão);
- forças atrativas entre sólidos e líquidos (forças de adesão);
- solubilidade.

3.4. Turma

Recomenda-se a aplicação da atividade aos alunos do 3º ano do Ensino Médio após a atividade 1, apresentada no capítulo anterior. Esta atividade também pode ser aplicada de forma isolada, caso o professor tenha interesse em abordar apenas o fenômeno da capilaridade.

3.5. Tempo estimado

Recomenda-se a utilização de três aulas: uma aula para a aplicação da avaliação diagnóstica, introdução do tema capilaridade a partir da discussão das questões da avaliação diagnóstica e orientação do experimento a ser realizado; uma aula para realização e discussão do experimento realizado e apresentação do relatório aos estudantes e uma aula para dar um feedback do relatório aos estudantes.

3.6. Experimento

3.6.1. Problematização

No início do experimento, sugere-se que o professor apresente aos alunos a situação-problema do Quadro 3.1, de forma a mediar uma discussão entre eles com o objetivo de propor soluções ao problema apresentado.

Quadro 3.1- Proposta de problematização para a atividade: “Como colorir cubos de açúcar?”

A mãe de Clara tinha um novo desafio. Desta vez, o cliente solicitou que ela fizesse uma bandeira estilizada do Brasil com cubos de açúcar para ficar sobre a mesa da festa, na frente do bolo. Para isso, ela solicitou que Clara propusesse uma forma prática para colorir os cubos de açúcar uniformemente nas cores amarela, azul e verde. Vocês poderiam auxiliar Clara em mais este desafio?

3.6.2. Materiais necessários

Os materiais necessários para a realização do experimento são:

- soluções de corantes alimentícios de diferentes cores (preferencialmente amarelo, azul e verde);
- cubos de açúcar;
- pratos descartáveis;
- conta-gotas;
- uma seringa descartável de capacidade mínima de 5 mL;
- copos descartáveis;
- álcool 70° INPM (Instituto Nacional de Pesos e Medidas - 70% p/p).

Potes de cubos de açúcar podem ser facilmente comprados em supermercados (Figura 3.8).

Sugere-se que o experimento seja realizado em grupo (5 alunos por grupo, como sugerido na atividade anterior) para que os integrantes possam discutir sobre ele, podendo ser mantido o mesmo grupo da atividade anterior.

Recomenda-se que cada grupo receba dois cubos de açúcar e um prato descartável.



Figura 3.8- Cubos de açúcar para serem utilizados no experimento.

3.6.3. Parte experimental

Para garantir o bom andamento do experimento, os cubos de açúcar devem estar secos. Para isso, basta manter o pote com os cubos (Figura 3.8) bem fechado após aberto.

Após cada grupo receber dois cubos de açúcar, um prato descartável e um conta gotas, o professor deverá apresentar a situação-problema (Quadro 3.1) aos alunos e conduzir uma discussão para estabelecer uma ou mais estratégias de resolução da situação-problema proposta.

Há duas formas de colorir os cubos de açúcar, gotejando corante pela parte superior dos cubos ou adicionando algumas gotas em um prato e colocando os cubos sobre a solução de corante. Nas duas formas, a absorção da solução de

corante pelo cubo ocorre devido à ação capilar, ou seja, ao deslocamento da solução (descida ou subida) pelos poros dos cubos de açúcar que se comportam como tubos capilares. A diferença nas duas situações é que na descida da solução corante pelo cubo de açúcar, a ação capilar acontece no mesmo sentido da força de gravidade, que auxilia o deslocamento da solução pelo cubo enquanto que na subida, a ação capilar atua no sentido contrário à gravidade, indicando que a ação capilar é capaz de superar a força da gravidade.

Após conduzir uma discussão com os alunos e estabelecer as estratégias para colorir os cubos de açúcar, a professora pode atribuir a cada grupo uma condução diferente do experimento. Um grupo pode realizar o experimento com a solução corante verde, adicionando as gotas pela parte superior do cubo e outro grupo pode utilizar a mesma solução, porém colocando o cubo de açúcar sobre a solução corante gotejada no prato. Outros quatro grupos podem ficar responsáveis pelas soluções corantes azul e amarela.

Na Figura 3.9 são apresentadas fotos do experimento realizado para colorir os cubos de açúcar por meio da adição das soluções corantes, sem diluição, pela parte superior dos cubos. Para colori-los completamente foram necessárias de 5 a 8 gotas.



Figura 3.9- Colorindo os cubos de açúcar pela adição das soluções corantes Amarelo Damasco, Azul Aniz e Verde Hortelã da marca Junco® pela parte superior dos cubos.

Na Figura 3.10 são apresentadas fotos do experimento realizado para colorir os cubos de açúcar por meio da adição das soluções corantes, sem diluição, em um prato, seguida da introdução dos cubos sobre as soluções. Neste caso, para colorir os cubos foram necessárias de 10 a 15 gotas de corante, aplicadas em duas etapas, além de ser necessário virar os cubos para garantir a completa coloração dos

mesmos. Como pode ser observado na Figura 3.10, após certo tempo, os cubos começam a se dissolverem, uma vez que o açúcar é solúvel em água. A coloração dos cubos de açúcar pela adição de gotas da solução corante na parte inferior do cubo de açúcar necessitou de um número maior de gotas de corante do que para a coloração dos cubos adicionando a solução corante pela parte superior dos cubos o que pode ter contribuído para a mais rápida solubilização do cubo de açúcar.

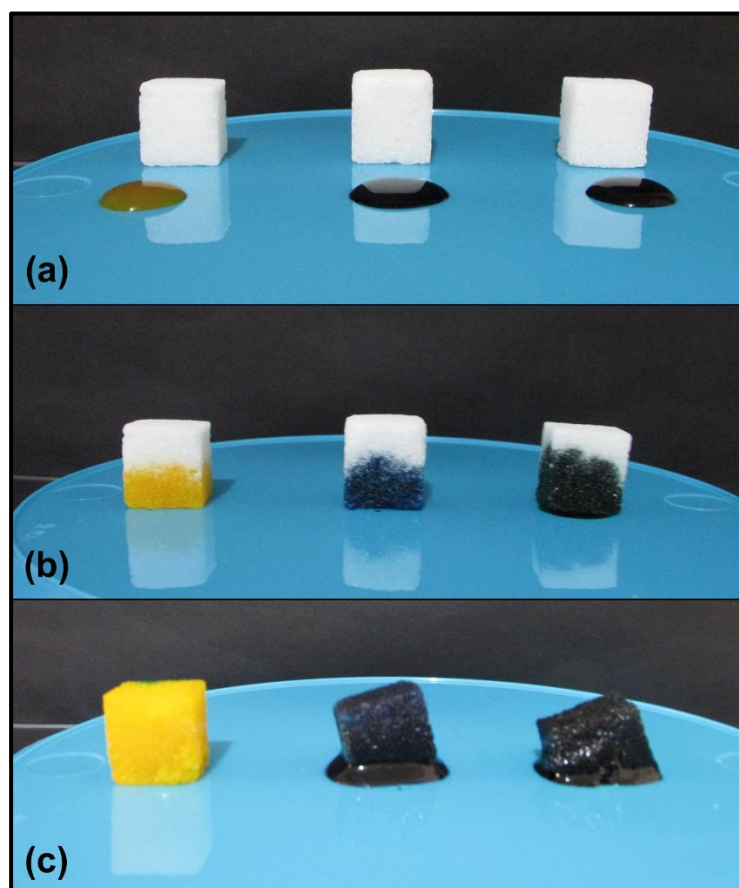


Figura 3.10- Colorindo os cubos de açúcar pela introdução das soluções corantes Amarelo Damasco, Azul Aniz e Verde Hortelã da marca Junco® pela parte inferior dos cubos.

Para economizar as soluções corantes, é possível diluir as mesmas. A diluição recomendada é 1 gota de corante para 5 mL de solvente. O solvente pode ser a própria água ou álcool 70° INPM. Como observado nos rótulos das soluções corantes, elas apresentam etanol na sua composição, mas provavelmente a concentração é inferior à da água, resultando em um percentual inferior a 70% p/p. Realizando o experimento com as soluções corantes diluídas em álcool 70° INPM

foi necessária um número maior de gotas (20 gotas quando a solução corante é adicionada na parte inferior do cubo) para garantir a completa coloração dos cubos de açúcar, no entanto, não se observou a dissolução dos cubos de açúcar, conforme pode-se observar na Figura 3.10, devido a sua menor solubilidade em etanol.

Para preparar as diluições, além do conta-gotas sugere-se utilizar uma seringa para a medida de água ou etanol. As diluições podem ser preparadas em copos descartáveis.

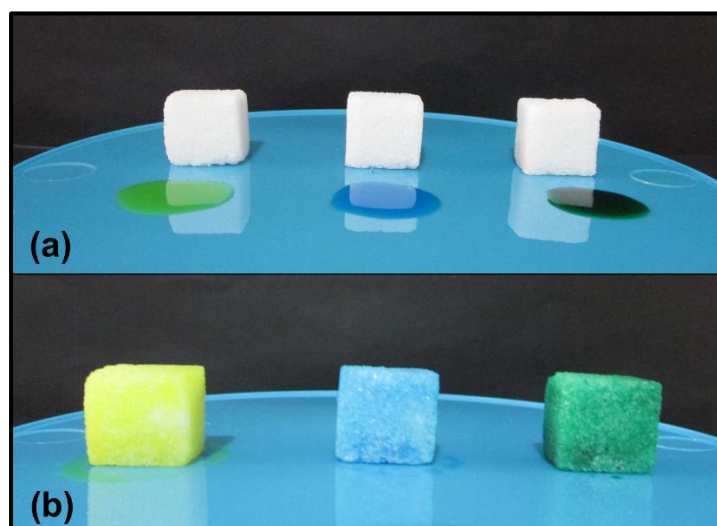


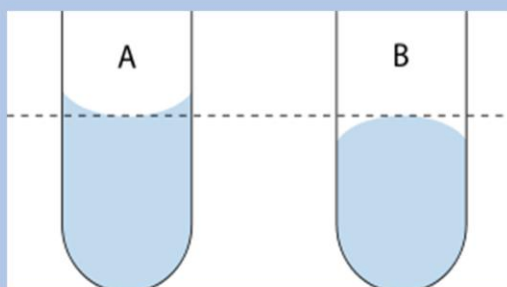
Figura 3.11- Colorindo os cubos de açúcar pela introdução das soluções corantes Amarelo Damasco, Azul Aniz e Verde Hortelã da marca Junco[®] diluídas na proporção 1 gota de corante para 5 mL de álcool 70° INPM pela parte inferior dos cubos.

3.7. Proposta de condução da atividade

Na primeira aula, recomenda-se que o professor aplique uma avaliação diagnóstica com o objetivo de verificar se os alunos possuem algum conhecimento prévio sobre os conteúdos a serem abordados no experimento. No Quadro 3.2 é apresentada uma sugestão de avaliação diagnóstica. Por conta do tempo, caso o professor ache interessante, pode aplicar a avaliação em uma aula que antecede a de explicação do conteúdo e realização do experimento.

Quadro 3.2- Avaliação diagnóstica (Atividade 2)

- 1) Quando introduzimos a extremidade de um papel de filtro em um líquido (água ou álcool por exemplo) contido em um recipiente, observamos que com o passar do tempo o líquido percorre o papel no sentido contrário ao da gravidade, conforme ilustrado na Figura 3.6. Você sabe explicar porque isso acontece?
- 2) Você conseguiria citar exemplos de situações do cotidiano ou da natureza que se baseiam no fenômeno mostrado no item anterior?
- 3) Observe a figura abaixo, em que os líquidos A e B estão contidos em tubos de ensaio de vidros. Você sabe explicar porque a forma dos meniscos nos dois líquidos é diferente?



A seguir iremos apresentar as respostas que são esperadas para cada pergunta do Quadro 3.2.

A resposta esperada para a questão 1 da avaliação diagnóstica (Quadro 3.2) é que o papel é capaz de absorver a água ou álcool por meio da ação capilar, que consiste no movimento do líquido pelos poros do papel. No exemplo do exercício em questão, a ação capilar é capaz de superar a ação da gravidade e o líquido se desloca no sentido contrário a ela.

Na Figura 3.7 foram apresentados alguns exemplos de capilaridade que poderiam ser citados pelos estudantes para responder à questão 2 (Quadro 3.2) da

avaliação diagnóstica. Os exemplos são: o deslocamento ascendente da seiva bruta (água e sais minerais) da raiz às folhas dos vegetais (Figura 3.7a); o deslocamento do combustível pelo pavio da lamparina para alimentar a chama (Figura 3.7b); o deslocamento do café pelo biscoito (Figura 3.7c) e o deslocamento da água pelas paredes de uma casa, quando não é feita uma impermeabilização adequada do solo (Figura 3.7d).

Na questão 3 da avaliação diagnóstica, esperava-se que o estudante respondesse que no tubo de ensaio A, as forças entre a parede do tubo e as moléculas/átomos do líquido (forças de adesão) são mais intensas que as forças entre as moléculas/átomos do líquido (forças de coesão) o que faz com que o líquido seja capaz de molhar a superfície com a qual está em contato, resultando em um menisco côncavo. No tubo de ensaio B, ao contrário do A, as forças de coesão entre as moléculas/átomos do líquido são mais intensas do que as forças de adesão entre a parede do tubo de ensaio e as moléculas/átomos do líquido, fazendo com que o líquido tenha baixa adesão à superfície, resultando em um menisco convexo.

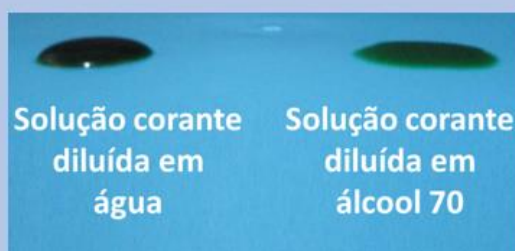
Ainda na primeira aula, o professor pode introduzir o tema capilaridade. Recomenda-se que a apresentação introdutória dos conteúdos seja feita a partir da discussão das questões da avaliação diagnóstica. Nesta aula também recomenda-se que seja realizada a apresentação do experimento e a situação-problema mostrada no Quadro 3.1.

Na segunda aula, recomenda-se que seja realizado o experimento e após isso, uma discussão do que foi observado, além de uma apresentação e orientação do relatório que deverá ser respondido pelos alunos. O relatório proposto é apresentado no Quadro 3.3 e, na sequência, as respostas esperadas para cada questão.

Na primeira questão do relatório (Quadro 3.3), espera-se uma resposta parecida com a esperada para a questão 1 da avaliação diagnóstica (Quadro 3.2). A única diferença é que o sólido por onde o líquido irá se deslocar na questão do relatório é o cubo de açúcar ao invés do papel. Assim, a solução percorre o tubo de açúcar devido à capilaridade.

Quadro 3.3- Relatório sobre o experimento realizado (Atividade 2)

- 1) Explique porque a solução de corante é capaz de percorrer o cubo de açúcar.
- 2) Se você pudesse dar um conselho à Clara sobre como colorir os cubos de açúcar, o que você sugeriria? Qual forma recomendaria que a solução corante fosse adicionada? Qual solvente recomendaria como diluente: água ou álcool 70° INPM? Explique sua resposta.
- 3) Na figura abaixo, observa-se a solução corante Verde Hortelã diluída em água (à esquerda) e diluída em álcool 70° INPM (à direita) em uma superfície azul de poliestireno (PS). Explique porque o aspecto das duas soluções em contato com a superfície é diferente.



- 4) Qual seria o problema se Clara optasse por colorir os cubos utilizando a solução aquosa? E se optasse pela solução diluída com álcool 70° INPM?

A questão 2 (Quadro 3.3) deve ser respondida considerando as observações de todos os grupos e a discussão realizada com a turma sobre o experimento. A adição da solução corante pela parte superior dos cubos deve resultar numa coloração mais uniforme utilizando um menor número de gotas, por isso esta deve ser provavelmente a melhor forma para colorir os cubos. Além disso, pensando na situação-problema proposta e na coloração de um número maior de cubos nas cores verde, amarela e azul, é possível sugerir que os tubos que serão coloridos

com uma determinada cor sejam colocados empilhados, na forma de uma pirâmide por exemplo, como indicado na Figura 3.12, para economizar tempo e solução corante no processo de coloração dos cubos.



Figura 3.12- Adição de solução corante pela parte superior de cubos de açúcar empilhados na forma de uma pirâmide. No exemplo foram utilizadas soluções corantes de diferentes tonalidades para produzir o efeito observado.

Com relação ao solvente mais adequado para colorir os cubos de açúcar, o etanol 70° INPM é uma opção melhor do que a água pois a solubilidade da sacarose em etanol (0,9 g/100 g de álcool) é menor do que sua solubilidade em água (204 g/100 g de H₂O a 20° C). Assim, quando se utiliza o álcool 70° INPM como diluente, não se observa a dissolução do açúcar, o que ocorre em água. O açúcar se dissolve bem na água porque ela é um solvente muito polar e interage com as regiões polares da sacarose enquanto que a região apolar do etanol (CH₃CH₂-) é responsável pela baixa solubilidade do açúcar no álcool.

Na questão 3, observa-se que a solução etanólica de corante apresenta maior molhabilidade para a superfície do poliestireno do que a solução aquosa, uma vez que o ângulo de contato θ é menor para a solução etanólica do que para a solução alcóolica, e quanto menor o ângulo de contato, maior a molhabilidade conforme mostrado na Figura 3.5. Essa diferença de comportamento pode ser explicada considerando a tensão superficial dos dois líquidos. A tensão superficial γ da água a 20 °C é 0,0728 N/m, enquanto que a do etanol é 0,0223 N/m. A menor tensão superficial do líquido contribui para que ele se espalhe mais pela superfície

do sólido. Quando se compara o comportamento da água e do mercúrio ($\theta = 180^\circ$) sobre uma superfície sólida, observa-se que este último tem a tendência de não aderir à superfície o que corrobora com o fato de sua tensão superficial ser maior do que a da água (0,465 N/m).

A questão 4 é uma questão que exige maior reflexão do aluno. Com relação à utilização da água como diluente, o problema estaria relacionado à dissolução dos cubos de açúcar. Quando se opta pela utilização da solução etanólica para colorir os cubos de açúcar, o problema é a utilização do álcool 70° INPM, o qual não é apropriado para consumo. Neste caso os cubos de açúcar coloridos teriam uma finalidade apenas decorativa. O teor de álcool nas bebidas que o contém varia de 5% na cerveja até 40% no uísque, vodka e pinga, ou seja, o teor de álcool nestas bebidas é bem inferior a 70%.

Na terceira e última aula, recomenda-se que o professor discuta as questões do relatório com os estudantes. Esta discussão deve ocorrer após a entrega dos relatórios pelos estudantes e, se possível, após eles terem sido corrigidos. Em seguida, para finalizar a atividade, recomenda-se que o professor retome a situação-problema conduzindo os estudantes para que elaborem uma resposta considerando tudo o que foi realizado e discutido.

3.8. Fontes das figuras

Figura 3.1- <https://www.alfaconnection.pro.br/fisica/fisicoquimica/tensao-superficial/capilaridade/>

Figura 3.2- Adaptada de https://pt.wikipedia.org/wiki/Tens%C3%A3o_superficial

Figura 3.3- Imagem produzida pela autora

Figura 3.4- Adaptada de http://www.scienceisart.com/B_Waves/ForceScale/ForceScale.html

Figura 3.5- Adaptada de <https://www.alfaconnection.pro.br/fisica/fisicoquimica/tensao-superficial/conceitos-basicos/>

Figura 3.6- Adaptada de <https://www.indagacao.com.br/2019/11/enem-2019-questao-131.html>

Figura 3.7a- <https://ussromantics.com/2018/02/05/how-do-trees-transport-water-such-long-distances-part-2-the-mechanism-remains-a-mystery-to-me/>

Figura 3.7b- <https://www.velasiesusdecor.com.br/produto/lamparina-em-vidro/>

Figura 3.7c- <https://me.me/i/sou-da-geracao-que-molha-o-biscoito-no-caf%C3%A9-sempre-9754403>

Figura 3.7d- <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=36&Cod=1802>

Figura 3.8- Foto da autora.

Figura 3.9- Foto da autora.

Figura 3.10- Foto da autora.

Figura 3.11- Foto da autora.

Figura 3.12- <https://www.stillplayingschool.com/2014/08/color-sugar-cubes.html>

3.9. Bibliografia

OPENSTAX COLLEG. Cohesion and Adhesion in Liquids: Surface Tension and Capillary Action. **Connexions module: m42197**. Versão revisada: 2018. Disponível em: <http://cnx.org/content/m42197/1.5/>. Acesso em: 04 jul. 2021.

PARANHOS, A.; VECHIA, D.; BELTRAME, M. Capilaridade: Um fenômeno de superfície com aplicações cotidianas. XXII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica. UNIVAP. 2008. Disponível em: http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2008/anais/arquivosINIC/INIC1653_01_O.pdf. Acesso em: 07 jul. 2020.

SANTOS FILLHO, E. **Avaliação da molhabilidade e das texturas de superfícies nanoestruturadas através da ebulição em piscina de nanofluido**. 2017. 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2017.

Universidade Federal de Juiz de Fora. Prática nº 5.11 – Ascensão de corantes em matriz de papel. Disponível em: https://www.ufjf.br/fisiologiavegetal/files/2018/07/5_11-Ascen%c3%a7%c3%a3o-de-Corantes-em-Matriz-de-Papel.pdf. Acesso em: 07 jul. 2020.

<https://www.alfaconnection.pro.br/fisica/fisicoquimica/tensao-superficial/capilaridade/>. Acesso em: 04 jul. 2021.

<http://www.leb.esalq.usp.br/leb/aulas/lce200/Cap7.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2021.

<https://conceito.de/capilar>. Acesso em: 04 jul. 2021.

http://www.wmasd.org/UserFiles/Servers/Server_444330/File/Parents/Teacher%20Web%20Pages/jsickles/hc2nech13.pdf. Acesso em: 04 jul. 2021.

www.ajm.lk/n30kv6/a9e1ae-sucrose-solubility-in-ethanol. Acesso em: 04 jul. 2021.

https://learningcenter.nsta.org/products/symposia_seminars/ACS/files/TheWaterMoleculeandDissolving_3-18-2013.pdf. Acesso em: 04 jul. 2021.

<https://www.indagacao.com.br/2019/11/enem-2019-questao-131.html>. Acesso em: 04 jul. 2021.

Capítulo 4

Atividade 3: É possível separar os corantes tartrazina e azul brilhante FCF?

4. Atividade 4: É possível separar os corantes tartrazina e azul brilhante FCF?

4.1. Introdução teórica

A cromatografia é uma técnica utilizada para separar os componentes de uma mistura, baseada na distribuição diferencial dessas substâncias entre duas fases: a estacionária e a móvel. A fase estacionária pode ser um sólido ou um líquido disposto sobre um suporte sólido com grande área superficial e a fase móvel pode ser gasosa, líquida ou ainda um fluido supercrítico. No processo cromatográfico, a fase móvel se desloca sobre a fase estacionária, arrastando consigo os diversos componentes da mistura.

A separação dos componentes de uma mistura por meio de um sistema cromatográfico dependerá das interações que ocorrem entre esses componentes e as fases estacionária e móvel.

A cromatografia em papel (Figura 4.1) é uma técnica de partição líquido-líquido que se baseia na diferença de solubilidade dos constituintes de uma amostra entre duas fases imiscíveis, sendo uma delas a água presente no papel de filtro. Este é constituído por celulose e é capaz de absorver até 22% de água. É a água absorvida no papel que atua como fase estacionária líquida e que interage com a fase móvel, também líquida. Neste tipo de cromatografia, a amostra é aplicada sobre uma linha que está cerca de 2 cm acima da base do papel, que recebe o nome de linha de base. Em seguida, o papel é suspenso em uma câmara de cromatografia contendo a fase móvel que se desloca por capilaridade pelo papel. Então, os componentes da amostra são retidos de forma seletiva no papel de acordo com suas diferentes partições nas duas fases. A tira de papel assim desenvolvida é chamada de cromatograma.

As manchas dos componentes coloridos da amostra separados no papel são visíveis em alturas diferentes em relação à linha de base do cromatograma. A altura atingida pela fase móvel pode ser definida por uma linha chamada de linha de frente do solvente. Ela deve ser marcada levemente com um lápis assim que se retira o papel da câmara cromatográfica. A adsorção relativa de cada componente da

amostra é expressa em termos de seu fator de retenção (R_f), definido como a razão entre a distância percorrida pelo componente da amostra desde a linha de base até o centro da mancha (d_s) e a distância percorrida pela fase móvel desde a linha de base até a linha de frente do solvente (d_m), como indicado na equação 4.1.

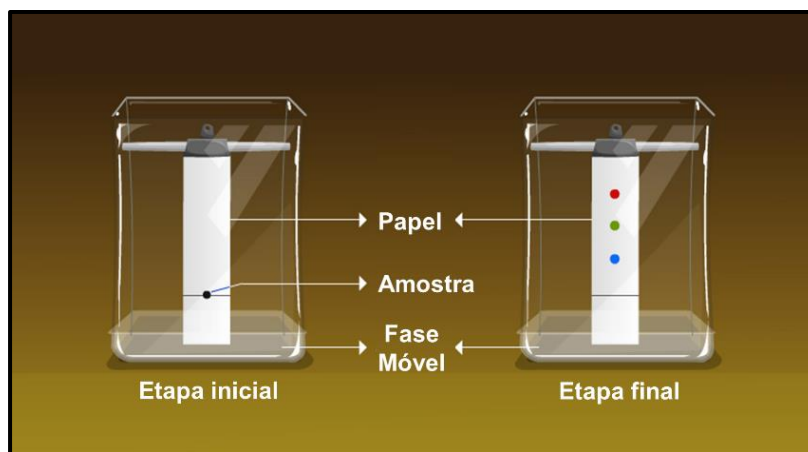


Figura 4.1- Imagem representativa da cromatografia em papel.

$$R_f = \frac{d_s}{d_m} \quad (4.1)$$

O fator de retenção ou valor R_f é aplicado na cromatografia para tornar a técnica mais científica do que uma mera análise. Quanto maior o valor de R_f , maior a afinidade do componente da amostra pela fase móvel e, quanto menor R_f , maior a afinidade do componente pela fase estacionária. Na Figura 4.2 é representado um cromatograma e ilustrado o cálculo de R_f para cada componente da amostra. Quanto maior o R_f , mais o componente da amostra tem polaridade semelhante à da fase móvel e quanto menor R_f , o componente tem polaridade semelhante à da fase estacionária.

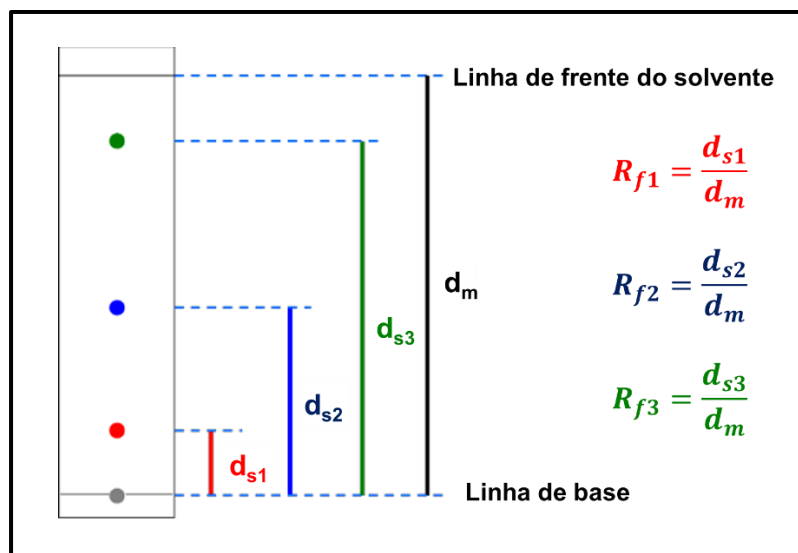


Figura 4.2- Representação de um cromatograma mostrando a equação para o cálculo dos valores de R_f para cada mancha que representa um componente da amostra analisada.

4.2. Objetivos

Esta atividade tem como objetivo separar dois corantes presentes em uma solução por meio da cromatografia em papel e discutir com os alunos os conteúdos químicos envolvidos nesta separação.

4.3. Conteúdos

A atividade prática investigativa proposta neste capítulo permite abordar os seguintes conteúdos químicos:

- interações intermoleculares;
- polaridade;
- funções orgânicas.

4.4. Turma

Recomenda-se a aplicação da atividade aos alunos do 3º ano do Ensino Médio após a atividade 2, apresentada no capítulo anterior. Esta atividade também pode ser aplicada de forma isolada, caso o professor tenha interesse em abordar somente a cromatografia.

4.5. Tempo estimado

Recomenda-se a utilização de três aulas: uma aula para a aplicação da avaliação diagnóstica, introdução do tema cromatografia a partir da discussão da questão da avaliação diagnóstica e orientação do experimento a ser realizado; uma aula para realização e discussão do experimento realizado e apresentação do relatório aos estudantes e uma aula para dar um feedback do relatório aos estudantes.

4.6. Experimento

4.6.1. Problematização

No início do experimento, sugere-se que o professor apresente aos alunos a situação-problema do Quadro 4.1 e inicie uma discussão para levantar hipóteses para solucionar a situação-problema.

Quadro 4.1- Proposta de problematização para a atividade: “É possível separar os corantes tartrazina e azul brilhante FCF?”

Clara era apaixonada pela Química. Desde o momento em que ajudou a sua mãe a colorir um merengue de verde, misturando as soluções corantes amarela e azul para resultar em uma solução verde, uma dúvida a intrigava: se ao misturar duas soluções corantes, obtém-se uma solução de cor diferente das originais, seria possível separar os componentes coloridos de uma solução corante? Você poderia auxiliar Clara a responder esta pergunta?

4.6.2. Materiais necessários

Os materiais necessários para a realização do experimento são:

- solução corante verde;
- palito de dente;
- álcool 46,2° INPM;
- álcool 70° INPM;
- 1 seringa descartável de capacidade 20 mL;
- copos descartáveis;
- filtros de papel utilizados para o preparo de café;
- 1 canudo;
- 1 lápis;
- 1 recipiente para simular a câmara cromatográfica.

4.6.3. Parte experimental

Para a realização do experimento recomenda-se que sejam testadas quatro fases móveis: (1) 20 mL de álcool 46,2° INPM; (2) mistura de 20 mL de álcool 46,2° INPM com 10 mL de vinagre de álcool; (3) 20 mL de álcool 70° INPM e (4) mistura de 20 mL de álcool 70° INPM com 10 mL de vinagre de álcool. Para a preparação das misturas e transferência das fases móveis para o recipiente onde as cromatografias serão realizadas, pode-se empregar uma seringa de 20 mL.

Os filtros de papel devem ser recortados na forma de um retângulo de 14 cm de altura e 3 cm de largura (Figura 4.3). Com o auxílio de um lápis, deve-se fazer uma linha a 2 cm de distância de uma das bases do retângulo (linha de base do solvente), onde se dará a aplicação da amostra (corante Verde Hortelã) no centro com o auxílio de um palito de dente, como pode ser observado na Figura 4.3.

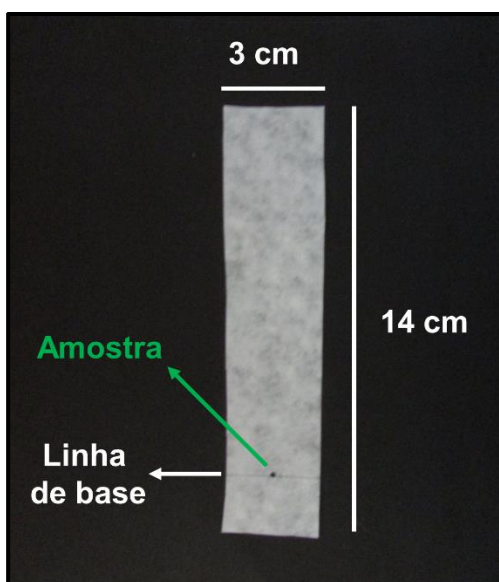


Figura 4.3- Representação de um filtro de papel recortado nas dimensões apropriadas para a utilização em cromatografia em papel. São indicadas a linha de base do solvente e o ponto de aplicação da amostra de corante verde.

Em seguida o papel deve ser fixado em um canudo como mostrado na Figura 4.4 e introduzido no recipiente que desempenhará a função de câmara cromatográfica, tomando cuidado para que seja colocado em contato com a fase

móvel, mas garantindo que a fase móvel não atinja a linha de base. Após certo tempo, serão obtidos os cromatogramas como mostrado na Figura 4.4.

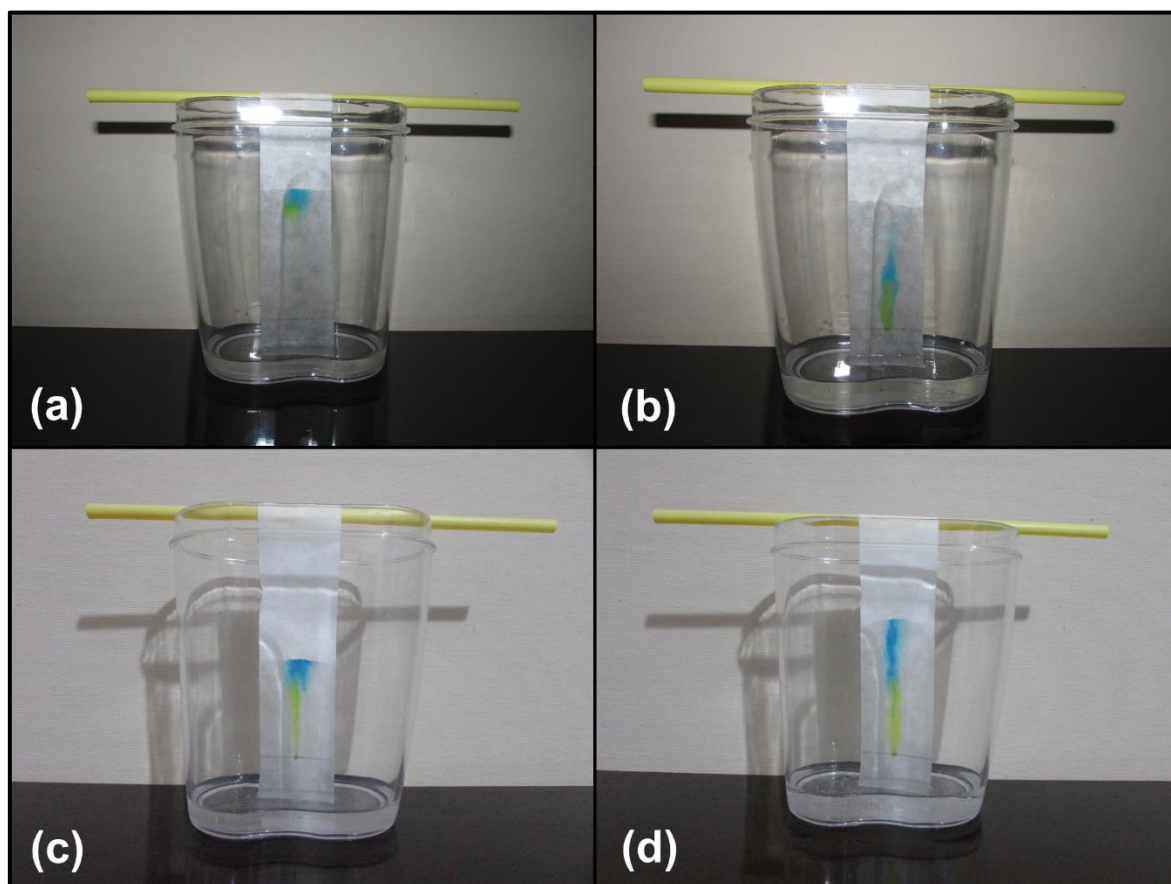


Figura 4.4- Cromatogramas obtidos com as seguintes fases móveis: (a) 20 mL de álcool 46,2° INPM; (b) mistura de 20 mL de álcool 46,2° INPM com 10 mL de vinagre de álcool; (c) 20 mL de álcool 70° INPM e (d) mistura de 20 mL de álcool 70° INPM com 10 mL de vinagre de álcool.

4.7. Proposta de condução da atividade

Na primeira aula, recomenda-se que o professor aplique uma avaliação diagnóstica com o objetivo de verificar se os alunos possuem algum conhecimento prévio sobre os conteúdos a serem abordados no experimento. Uma vez que foram desenvolvidas duas atividades anteriores com viés investigativo e que os estudantes se encontram no 3º ano do Ensino Médio, a avaliação diagnóstica desta atividade foi constituída por apenas uma questão. Espera-se que os estudantes reflitam sobre a mesma, levantem hipóteses e as descrevam de forma clara, mesmo


que a resposta esteja incorreta. No Quadro 4.2 é apresentada uma sugestão de avaliação diagnóstica.

Quadro 4.2- Avaliação diagnóstica (Atividade 3)

1) A solução Verde Hortelã é constituída pelos corantes tartrazina e azul brilhante FCF. Você acha que é possível separar estes dois corantes? Explique a sua resposta.

CORANTE ARTIFICIAL LÍQUIDO

VERDE HORTELÃ



7 896523 100388

APLICAÇÃO:
Em licores, refrescos, refrigerantes, iogurtes, sorvetes, balas, caramelos, coberturas de bolos e doces em geral.

UTILIZAÇÃO:
1g (1 colher de café) para quilo ou litro de produto.

ATENÇÃO:
Após aplicado, evitar aquecimento excessivo, exposição por longo tempo a luz solar intensa, evitar alimentos de elevada acidez, para evitar alterações rápidas na capacidade de coloração do corante.

COMPOSIÇÃO:
Água, álcool etílico e corantes artificiais tartrazina (INS 102) 0,01% e azul brilhante FCF (INS 133) 0,01%.

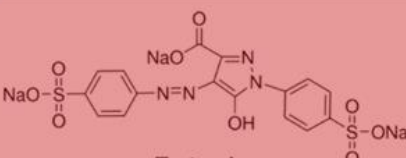
ALÉRGICOS: PODE CONTER DERIVADOS DE SOJA. NÃO CONTÉM GLÚTEN.

FABRICADO POR:
DUAS RODAS INDUSTRIAL LTDA.
CNPJ: 84.430.149/0008-77

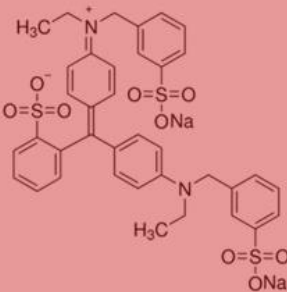
DISTRIBUÍDO POR:
Junco
Comestíveis e mais

JUNCO INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA
CNPJ: 86.312.653/0001-94
R. Lineu Antonio Mariano, 505
Industrial - 35402-346 - Uberlândia/MG - Brasil
www.junco.com.br

34 3292 0800



Tartrazina



Azul brilhante FCF

Para responder à questão 1 da avaliação diagnóstica, espera-se que os estudantes sejam capazes de analisar as estruturas dos corantes tartrazina e azul brilhante FCF e perceber as diferenças entre elas. Eles podem prever que se as estruturas químicas são diferentes, provavelmente haverá alguma técnica capaz de separá-los considerando estas diferenças. Assim, mesmo que eles não saibam dizer que a técnica de cromatografia é capaz de promover a separação considerando suas diferenças de solubilidade entre duas fases, espera-se que a hipótese levantada por eles seja lógica.

Ainda na primeira aula, o professor pode introduzir o tema cromatografia. O ponto de partida pode ser a própria questão da avaliação diagnóstica. Ainda nesta

aula, recomenda-se que seja realizada a apresentação do experimento e a situação-problema mostrada no Quadro 4.3.

Na segunda aula, recomenda-se que seja realizado o experimento e após isso, uma discussão do que foi observado, além de uma apresentação e orientação do relatório que deverá ser respondido pelos alunos. O relatório proposto é apresentado no Quadro 3.3 e, na sequência, as respostas esperadas para cada questão.

Quadro 4.3- Relatório (Atividade 3)

1) Explique os resultados obtidos por você e sua turma no experimento realizado para separar os constituintes coloridos do corante Verde Hortelã (discuta os resultados com base nas diferenças entre as estruturas dos dois corantes, as fases móveis utilizadas e o fator de retenção).

Na Figura 4.3, observa-se que os quatro cromatogramas obtidos apresentam, duas manchas e que a mancha azul, nas quatro condições, percorreu mais o papel do que a mancha amarela. A partir destas imagens pode-se concluir que é possível separar os corantes tartrazina e azul brilhante FCF e que, nas três condições, o corante azul brilhante FCF teve maior afinidade pela fase móvel do que o corante tartrazina. Como as quatro fases móveis apresentam etanol na sua composição e a fase estacionária é a água absorvida no papel, pode-se concluir que, o corante azul brilhante FCF é mais apolar do que a tartrazina.

Observando as estruturas dos corantes tartrazina e azul brilhante FCF, o segundo apresenta um número maior de anéis aromáticos em sua estrutura o que contribui para este seja mais apolar do que a tartrazina. Separações mais eficientes foram obtidas empregando-se as misturas de álcool etílico e vinagre. O vinagre é constituído por ácido acético ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$). Em solução ácida pode ocorrer a protonação dos grupos sulfonatos ($-\text{SO}_3^-$) originando ácidos sulfônicos ($-\text{SO}_3\text{H}$) e

dos nitrogênios das moléculas, originando cátions, de forma similar à protonação da molécula de (NH_3) , resultando em (NH_4^+) . Assim, de maneira geral, em meio ácido, a protonação dos grupos sulfonatos contribui para tornar a molécula mais apolar e a protonação do elemento nitrogênio, mais polar. Sendo o número de grupos sulfonatos no azul brilhante FCF maior do que na tartrazina e o número de átomos de nitrogênio na estrutura da tartrazina maior do que no azul brilhante CFC, o aumento da acidez da fase móvel deve contribuir para o aumento da diferença de polaridade entre as duas moléculas de corante, o que justifica os melhores resultados terem sido obtidos quando se utiliza como fase móvel uma mistura de álcool e vinagre.

Com relação ao cálculo de R_f , ele pode ser calculado empregando o cromatograma que resultou na separação mais eficiente empregando a equação 4.1.

Na última aula, recomenda-se que o professor discuta a questão do relatório com os estudantes. Em seguida, para finalizar a atividade, recomenda-se que o professor retome a situação-problema conduzindo os estudantes para que elaborem uma resposta considerando tudo o que foi realizado e discutido.

4.8. Fontes das figuras

Figura 4.1- Adaptada de <http://amrita.olabs.edu.in/?sub=79&brch=17&sim=124&cnt=1>

Figura 4.2- Adaptada de <https://files.passeidireto.com/5eec860a-9da5-4d4a-a44d-5fc62a413302/bg3.png>

Figura 4.3- Montagem da autora a partir de foto registrada pela própria autora.

Figura 4.4- Montagem da autora a partir de fotos registradas pela própria autora.

4.9. Bibliografia

DEGANI, A. L. G.; CASS, Q. B.; VIEIRA, P. C. Cromatografia um breve ensaio. São Paulo. **Química nova na escola**, v. 07, n.7, mai.1998. Disponível em: <<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc07/atu al.pdf>>. Acesso em: 04 abr. 2019.

OLIVEIRA, G. A.; SILVA, F. C. Cromatografia em papel: reflexão sobre uma atividade experimental para a discussão do conceito de polaridade. **Química nova na escola**, São Paulo, v.39, n.2, mai. 2017. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc39_2/08-RSA-22-16.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2019.

amrita.olabs.edu.in,. (2013). Paper Chromatography. Retrieved 14 July 2021, from amrita.olabs.edu.in/?sub=73&brch=8&sim=133&cnt=1

amrita.olabs.edu.in,. (2014). Paper Chromatography. Retrieved 14 July 2021, from amrita.olabs.edu.in/?sub=79&brch=17&sim=124&cnt=1

Capítulo 5

Roteiros experimentais das atividades 1, 2 e 3 para os alunos

Atividade 1: Como colorir um merengue com diferentes tonalidades de verde

Aluno: _____ Ano: _____ Data: ____ / ____ / ____

AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

Analise os rótulos dos corantes alimentícios para responder as questões apresentadas na sequência.

CORANTE ARTIFICIAL LÍQUIDO AMARELO DAMASCO	CORANTE ARTIFICIAL LÍQUIDO AZUL ANIZ	CORANTE ARTIFICIAL LÍQUIDO VERDE HORTELÃ
 <p>7 1896523 1100302</p>	 <p>7 1896523 1100326</p>	 <p>7 1896523 1100388</p>
<p>APLICAÇÃO: Em licores, refrescos, refrigerantes, iogurtes, sorvetes, balas, caramelos, coberturas de bolos e doces em geral.</p>	<p>APLICAÇÃO: Em licores, refrescos, refrigerantes, iogurtes, sorvetes, balas, caramelos, coberturas de bolos e doces em geral.</p>	<p>APLICAÇÃO: Em licores, refrescos, refrigerantes, iogurtes, sorvetes, balas, caramelos, coberturas de bolos e doces em geral.</p>
<p>UTILIZAÇÃO: 1g (1 colher de café) para quilo ou litro de produto.</p>	<p>UTILIZAÇÃO: 1g (1 colher de café) para quilo ou litro de produto.</p>	<p>UTILIZAÇÃO: 1g (1 colher de café) para quilo ou litro de produto.</p>
<p>ATENÇÃO: Após aplicado, evitar aquecimento excessivo, exposição por longo tempo a luz solar intensa, evitar alimentos de elevada acidez, para evitar alterações rápidas na capacidade de coloração do corante.</p>	<p>ATENÇÃO: Após aplicado, evitar aquecimento excessivo, exposição por longo tempo a luz solar intensa, evitar alimentos de elevada acidez, para evitar alterações rápidas na capacidade de coloração do corante.</p>	<p>ATENÇÃO: Após aplicado, evitar aquecimento excessivo, exposição por longo tempo a luz solar intensa, evitar alimentos de elevada acidez, para evitar alterações rápidas na capacidade de coloração do corante.</p>
<p>COMPOSIÇÃO: Água, álcool etílico e corante artificial tartrazina (INS 102) 0,02%.</p>	<p>COMPOSIÇÃO: Água, álcool etílico e corantes artificiais azul brilhante FCF (INS 133) 0,013% e indigotina (INS 132) 0,004%.</p>	<p>COMPOSIÇÃO: Água, álcool etílico e corantes artificiais tartrazina (INS 102) 0,01% e azul brilhante FCF (INS 133) 0,01%.</p>
<p>ALÉRGICOS: PODE CONTER DERIVADOS DE SOJA. NÃO CONTÉM GLÚTEN.</p>	<p>ALÉRGICOS: PODE CONTER DERIVADOS DE SOJA. NÃO CONTÉM GLÚTEN.</p>	<p>ALÉRGICOS: PODE CONTER DERIVADOS DE SOJA. NÃO CONTÉM GLÚTEN.</p>
<p>FABRICADO POR: DUAS RODAS INDUSTRIAL LTDA. CNPJ: 84.430.149/0008-77</p>	<p>FABRICADO POR: DUAS RODAS INDUSTRIAL LTDA. CNPJ: 84.430.149/0008-77</p>	<p>FABRICADO POR: DUAS RODAS INDUSTRIAL LTDA. CNPJ: 84.430.149/0008-77</p>
<p>DISTRIBUÍDO POR: "ATENÇÃO: MATERIAL INFLAMÁVEL."</p>	<p>DISTRIBUÍDO POR: "ATENÇÃO: MATERIAL INFLAMÁVEL."</p>	<p>DISTRIBUÍDO POR: "ATENÇÃO: MATERIAL INFLAMÁVEL."</p>
 <p>Junco Comemore a vida</p>	 <p>Junco Comemore a vida</p>	 <p>Junco Comemore a vida</p>
<p>JUNCO INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA CNPJ: 66.312.653/0001-14 R. Lineu Anterino Mariano, 505 Industrial - 38402-346 - Uberlândia/MG - Brasil www.junco.com.br</p>	<p>JUNCO INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA CNPJ: 66.312.653/0001-14 R. Lineu Anterino Mariano, 505 Industrial - 38402-346 - Uberlândia/MG - Brasil www.junco.com.br</p>	<p>JUNCO INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA CNPJ: 66.312.653/0001-14 R. Lineu Anterino Mariano, 505 Industrial - 38402-346 - Uberlândia/MG - Brasil www.junco.com.br</p>
 <p>34 3292 0800 ATENCAO@JUNCO.COM.BR</p>	 <p>34 3292 0800 ATENCAO@JUNCO.COM.BR</p>	 <p>34 3292 0800 ATENCAO@JUNCO.COM.BR</p>

Atividade 1: Como colorir um merengue com diferentes tonalidades de verde

1) Complete a tabela:

Corante Artificial Líquido	Constituintes
Amarelo Damasco	
Azul Aniz	
Verde Hortelã	

2) Você classificaria os corantes artificiais líquidos apresentados na questão 1 como substâncias puras, misturas homogêneas ou misturas heterogêneas? Justifique a sua resposta.

Atividade 1: Como colorir um merengue com diferentes tonalidades de verde

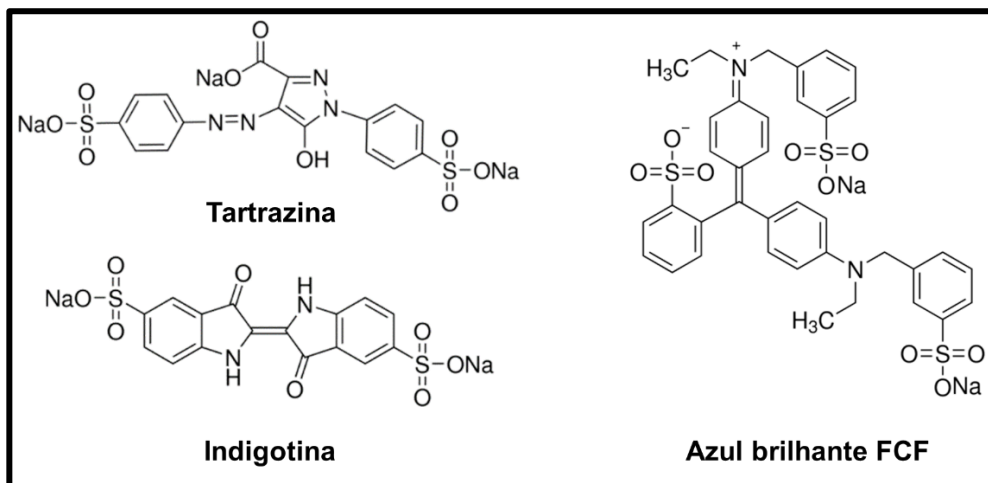
3) Você seria capaz de reconhecer quem é (são) o(s) solvente(s) e o(s) soluto(s) de cada corante artificial líquido apresentado na tabela da questão 1? Explique como você chegou a esta conclusão.

4) Qual dos corantes apresentados possui a maior concentração de tartrazina? E de azul brilhante FCF?

Atividade 1: Como colorir um merengue com diferentes tonalidades de verde

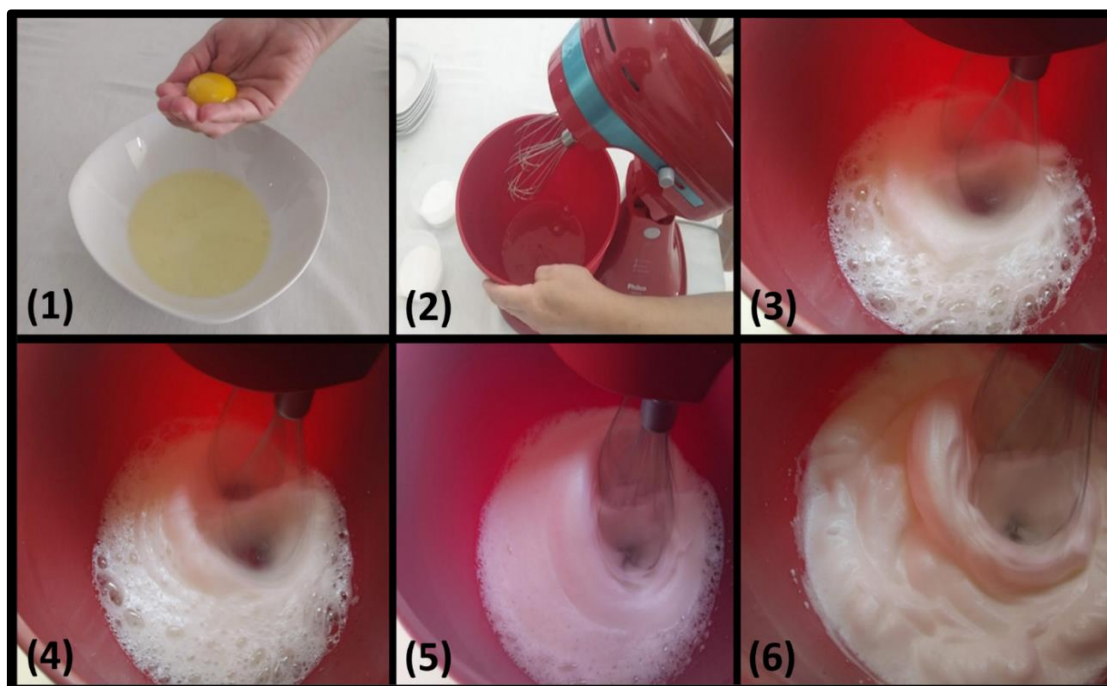
5) Considerando as informações da tabela da questão 1, o que aconteceria ao se misturar os corantes Amarelo Damasco e Azul Aniz?

6) Quais são os elementos químicos (símbolo e nome) presentes nos corantes tartrazina, indigotina e azul brilhante FCF, cujas estruturas são apresentadas abaixo?



INTRODUÇÃO E PROBLEMATIZAÇÃO

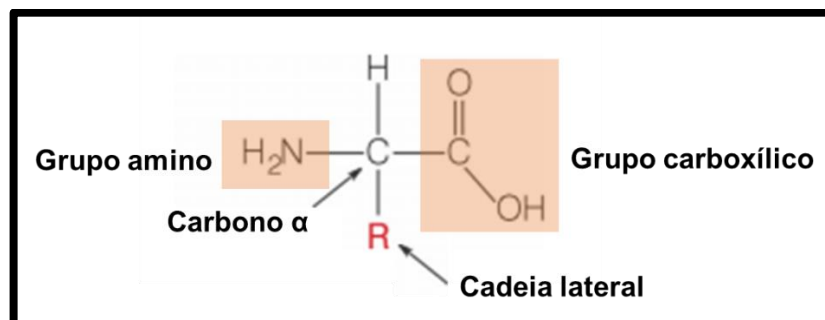
Em toda festa de aniversário não pode faltar um bolo confeitado, o qual é frequentemente coberto com merengue. O merengue é preparado a partir de claras de ovos, que devem ser separadas cuidadosamente das gemas e batidas com o auxílio de uma batedeira até o ponto de neve firme, conforme mostrado a seguir. Para dar origem ao tradicional merengue, basta adicionar açúcar e, se desejar, o aroma de sua preferência. Em alguns casos, pode-se também adicionar gotas de corante alimentício apenas para efeito estético, já que os mesmos não apresentam nenhum valor nutricional. A clara em neve também pode ser incorporada à massa de biscoitos e ser utilizada na preparação de suflês.



Atividade 1: Como colorir um merengue com diferentes tonalidades de verde

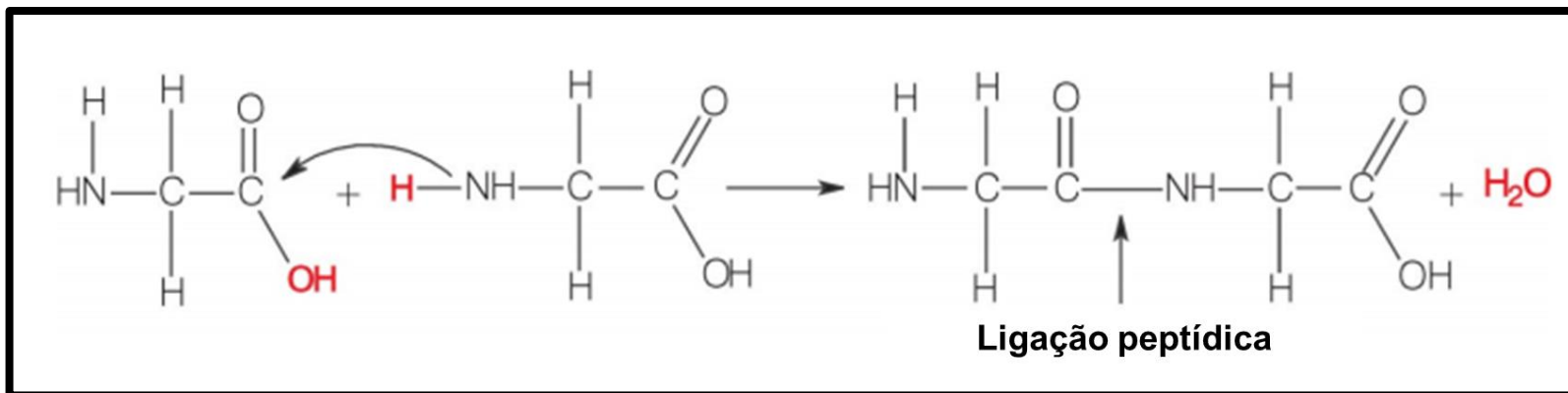
Como pode ser visualizado na figura anterior, as claras em neve apresentam inicialmente um aspecto quase transparente e com consistência viscosa. À medida em que se realiza o batimento, a clara aumenta de volume, tornando-se opaca. O batimento das claras promove o seu espessamento e a entrada de ar em seu interior.

A clara do ovo é formada principalmente por três tipos de proteínas: ovomucina, ovoalbumina e globulina. As proteínas são macromoléculas constituídas por aminoácidos. Uma macromolécula é uma molécula orgânica com elevada massa molar constituída a partir da junção de subunidades menores. No caso das proteínas, estas subunidades são os aminoácidos. Aminoácidos são moléculas orgânicas que possuem um átomo de carbono central (denominado carbono α), ao qual encontram-se ligados covalentemente, um átomo de hidrogênio, um grupo amino, um grupo carboxílico e uma cadeia lateral R que diferencia um aminoácido de outro, conforme representado abaixo.



Dois aminoácidos presentes em uma molécula de proteína são ligados covalentemente por meio de uma ligação peptídica formada entre o grupo carboxílico de um aminoácido e o grupo amino de outro aminoácido. Uma proteína contém no mínimo 50 moléculas de aminoácidos, sendo que as maiores proteínas do corpo humano chegam a ter mais de 30.000 aminoácidos. Estruturas formadas por menos de 50 aminoácidos são chamadas de peptídeos. A reação de formação de um peptídeo a partir de dois aminoácidos é apresentada a seguir.

Atividade 1: Como colorir um merengue com diferentes tonalidades de verde



As proteínas apresentam vários níveis de organização, os quais são chamados de estruturas. A estrutura primária se refere a sequência de aminoácidos da proteína; a secundária, ao arranjo espacial da cadeia polipeptídica que se deve às ligações de hidrogênio e dissulfeto entre aminoácidos da mesma cadeia polipeptídica; a terciária se refere ao enovelamento da cadeia polipeptídica e a quaternária depende das relações entre diversas cadeias de polipeptídeos.

O batimento das claras resulta na ruptura mecânica de algumas das interações descritas anteriormente. As proteínas se desenrolam parcialmente formando novas ligações intercruzadas, dando origem a um gel ou malha tridimensional, onde são capturadas as bolhas de ar.

Como mencionado anteriormente, é possível conferir cor ao merengue utilizando corantes alimentícios.

A seguir é apresentada uma situação-problema que você deverá tentar solucionar junto com os seus colegas de turma.

Clara era uma adolescente que tinha duas paixões em sua vida: a química e a confeitaria. Também não poderia ser diferente, já que seu pai era professor de Química e sua mãe, uma confeitaria de mão cheia. Em um certo dia, Clara auxiliou a sua mãe a confeccionar um bolo para uma festa infantil. Elas prepararam um merengue a partir de claras de ovos para ser utilizado como cobertura do bolo. Como a mãe da Clara era muito criativa, teve a ideia de enfeitar o bolo com suspiros preparados a partir do próprio merengue. Para combinar com a temática da festa, os suspiros deveriam ser coloridos com diferentes tonalidades de verde. No entanto, a mãe de Clara possuía uma única solução corante verde disponível em sua dispensa, além de outras soluções corantes, como a amarela e a azul. Uma vez que o merengue já estava pronto e ela tinha pouco tempo para finalizar o bolo e realizar a entrega, não haveria tempo hábil para comprar. Vocês seriam capazes de ajudar Clara e sua mãe a solucionar este problema?

EXPERIMENTO

- 1. Objetivo:** Conferir diferentes tonalidades de verde ao merengue a partir de soluções corantes amarela e azul.

- 2. Materiais:** Claras de ovos; açúcar refinado; açúcar de confeitiro; batedeira ou Fouet; soluções corantes amarela e azul (corantes líquidos alimentícios); pratos descartáveis; colheres descartáveis; copos descartáveis de 50 mL; conta-gotas; sacos de arroz ou feijão (1 kg) limpos (somente o saco, sem o conteúdo interno) e formas refratárias.

- 3. Sequência experimental:**
 - 3.1. Siga as orientações do professor sobre a quantidade de ovos, açúcar refinado e açúcar de confeitiro que deverá ser entregue antecipadamente a ele, em data pré-estabelecida e em tempo hábil para que a preparação do merengue possa ser providenciada para a aula experimental.
 - 3.2. Forme grupos com os seus colegas. Cada grupo deve ser constituído por no máximo 5 membros.
 - 3.3. Organize o trabalho com toda a turma, seguindo as orientações do professor e preencha a tabela a seguir. Note que a soma do volume de gotas dos corantes deverá ser igual para todos os grupos, variando o número de gotas de cada corante.

Atividade 1: Como colorir um merengue com diferentes tonalidades de verde

Grupo	Volume do corante Amarelo Damasco (gotas)	Volume do corante Azul Aniz (gotas)	Volume total (gotas)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			

Atividade 1: Como colorir um merengue com diferentes tonalidades de verde

12			
----	--	--	--

- 3.4. Cada grupo receberá uma porção de merengue em um prato descartável, juntamente com um copo, uma colher e um conta gotas também descartáveis. O copo descartável deverá ser utilizado para misturar as soluções corantes amarela e azul, na proporção definida, de acordo com a tabela anterior.
- 3.5. Após misturar as soluções corantes, agite cuidadosamente o copo para garantir a completa homogeneização.
- 3.6. Com o auxílio de um conta gotas, adicione oito gotas da mistura de solução corante no merengue e misture cuidadosamente com a colher, até se obter um merengue de coloração uniforme.
- 3.7. Faça um pequeno corte em uma das pontas do saco de arroz ou feijão limpos e sem furos que foi providenciado pelo grupo. Com o auxílio da colher descartável, transfira o merengue colorido para o saco.
- 3.8. Use a criatividade para fazer suspiros de diferentes formas com o merengue (formas geométricas, logo de marcas, etc). Para estas criações, aplique o merengue diretamente em formas refratárias. Depois de tudo pronto, as formas contendo o merengue previamente colorido deverão ser levadas ao forno pré-aquecido e lá permanecer por 10 min a 140 °C. Parte do merengue também poderá ser utilizada como cobertura do bolo preparado com as gemas.

Atividade 1: Como colorir um merengue com diferentes tonalidades de verde

Aluno: _____ Ano: _____ Data: ___ / ___ / ___

RELATÓRIO SOBRE O EXPERIMENTO REALIZADO

- 1) Complete a tabela e calcule a concentração dos corantes tartrazina e azul brilhante FCF em cada uma das misturas preparadas a partir das soluções corantes Amarelo Damasco e Azul Aniz.

Mistura/ Grupo	Volume do corante Amarelo Damasco (gotas)	Volume do corante Azul Aniz (gotas)	Volume total (gotas)	Concentração de tartrazina na mistura (%)	Concentração de azul brilhante FCF na mistura (%)
1					
2					
3					
4					
5					

Atividade 1: Como colorir um merengue com diferentes tonalidades de verde

2) Ao se misturar as soluções corantes Amarelo Damasco e Azul Aniz ocorre reação química? Explique sua resposta.

3) Os corantes podem ser representados de forma simplificada pela fórmula molecular, que indica o número de átomos de cada elemento químico na molécula. As fórmulas moleculares da tartrazina, indigotina e azul brilhante FCF são, respectivamente: $C_{16}H_9N_4Na_3O_9S_2$, $C_{16}H_{10}N_2O_2$ e $C_{37}H_{34}N_2Na_2O_9S_3$. Com o auxílio de uma tabela periódica, calcule a massa molar destes corantes.

Atividade 1: Como colorir um merengue com diferentes tonalidades de verde

Utilizando estes valores, calcule a concentração molar de cada corante nas soluções corantes Amarelo Damasco, Azul Aniz e Verde Hortelã.

Corante	Massa molar (g/mol)	Amarelo Damasco		Azul Aniz		Verde Hortelã	
		Concentração (%)	Concentração (mol/L)	Concentração (%)	Concentração (mol/L)	Concentração (%)	Concentração (mol/L)
Tartrazina ($C_{16}H_9N_4Na_3O_9S_2$)		0,02		–	–	0,01	
Indigotina ($C_{16}H_{10}N_2O_2$)		–	–	0,004		–	–
Azul Brilhante ($C_{37}H_{34}N_2Na_2O_9S_3$)		–	–	0,013		0,01	

4) Qual a diferença entre corantes artificiais e naturais?

Atividade 1: Como colorir um merengue com diferentes tonalidades de verde

5) Faça uma pesquisa sobre possíveis corantes naturais que poderiam ser utilizados para substituir os corantes artificiais tartrazina e azul brilhante FCF.

6) Por que a indústria de alimentos prefere utilizar corantes artificiais ao invés de naturais?

BIBLIOGRAFIA

PONS, J. A. M. Fisicoquímica de las claras de huevo “a punto de nieve”. **Anales de la Real Sociedad Española de Química**, Madri, ES, n.2, p. 48-53, 2020.

FRANCISCO JUNIOR, W. E.; FRANCISCO, W. Proteínas: hidrólise, precipitação e um tema para o ensino de química. **Química Nova na Escola.**, São Paulo, SP, n. 24, p. 12-16, 2006.

FONTES DAS IMAGENS

Rótulo dos corantes: Montagem a partir dos rótulos dos corantes pela autora.

Estrutura dos corantes alimentícios: Catálogo da Sigma Aldrich (<https://www.sigmaaldrich.com/catalog>).

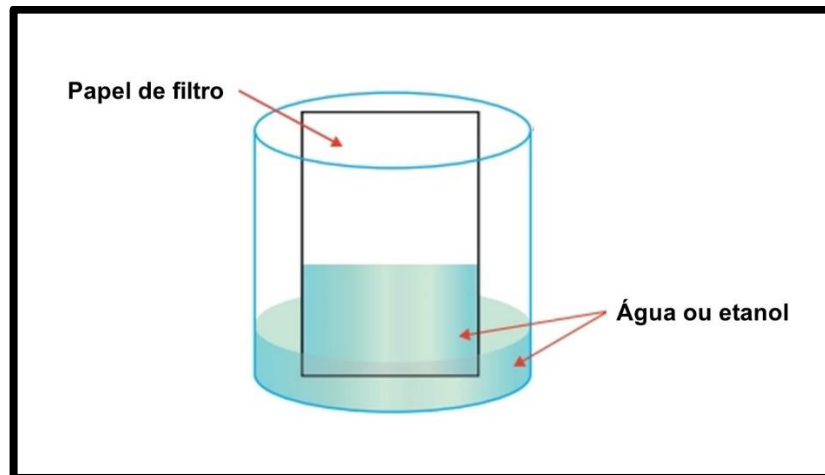
Transformação da clara do ovo em clara em neve: Montagem a partir de fotos registradas pela autora.

Aminoácido e reação de condensação de dois aminoácidos: FRANCISCO JUNIOR, W. E.; FRANCISCO, W. Proteínas: hidrólise, precipitação e um tema para o ensino de química. **Química Nova na Escola.**, São Paulo, SP, n. 24, p. 12-16, 2006.

Aluno: _____ Ano: _____ Data: ___ / ___ / ___

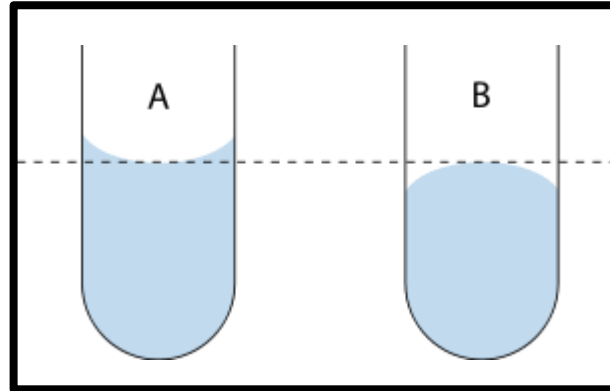
AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

- 1) Quando introduzimos a extremidade de um papel de filtro em um líquido (água ou álcool por exemplo) contido em um recipiente, observamos que com o passar do tempo o líquido percorre o papel no sentido contrário ao da gravidade, conforme ilustrado na figura abaixo. Você sabe explicar porque isso acontece?



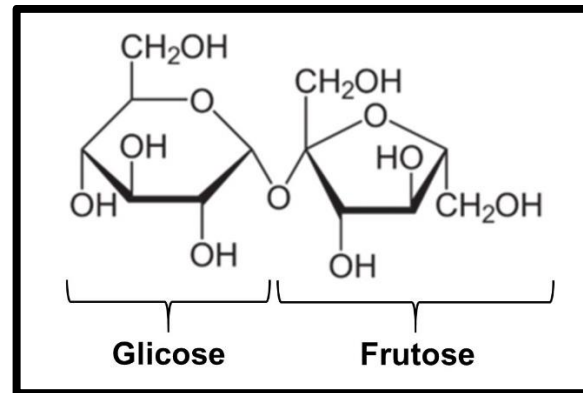
2) Você conseguiria citar exemplos de situações do cotidiano ou da natureza que se baseiam no fenômeno mostrado no item anterior?

3) Observe a figura abaixo, em que os líquidos A e B estão contidos em tubos de ensaio de vidros. Você sabe explicar porque a forma dos meniscos nos dois líquidos é diferente?



INTRODUÇÃO E PROBLEMATIZAÇÃO

A sacarose, popularmente conhecida como açúcar de mesa, é um carboidrato natural encontrado em frutas, vegetais e grãos. Ela é adicionada a muitos alimentos processados, como: doces, sorvetes, cereais matinais, alimentos enlatados, refrigerantes e outras bebidas adoçadas. A sacarose, conforme mostrado abaixo, é composta por uma molécula de glicose e outra de frutose.



A sacarose é extraída da cana-de-açúcar ou da beterraba. Ela possui um sabor muito doce e, em temperatura ambiente, é um sólido branco cristalino, solúvel em água. Sua fórmula molecular é $C_{12}H_{22}O_{11}$ e ela se forma por meio de uma reação de condensação dos carboidratos glicose e frutose, que resulta na perda de uma molécula de água, de forma semelhante à reação de condensação entre dois aminoácidos.

O açúcar pode ser encontrado nos supermercados na forma de pequenos cubos de açúcar, geralmente vendidos em potes. Estes são considerados mais convenientes do que usar açúcar de mesa porque podem ser pegos com a mão, uma vez que mantêm

sua forma até serem misturados aos líquidos. Apesar de serem comumente chamados de cubos (sólidos geométricos que possuem todas as arestas do mesmo tamanho), na verdade eles são paralelepípedos, como mostrado na figura a seguir.



A primeira patente de cubos de açúcar foi concedida em 23 de janeiro de 1843 a Jakub Kryštof Rad. Ele era gerente de uma fábrica de açúcar onde atualmente é a República Tcheca. Nesta época, o açúcar era vendido por pão ou torrão, que exigiam ferramentas adequadas para retirar pedaços utilizáveis. Na figura seguinte é apresentado um pão de açúcar e um dispositivo que era utilizado para retirar pedaços de açúcar dele.

Um dia, a esposa de Jakub cortou o dedo enquanto desagregava um pão de açúcar, o que o motivou a inventar um método para pulverizar o açúcar e transformá-lo em cubos do tamanho de uma colher de chá.



Neste experimento, o objetivo é conferir coloração aos cubos de açúcar fazendo uso dos corantes alimentícios de cor amarela, azul e verde, os mesmos utilizados na atividade anterior. A seguir é apresentada uma situação-problema que você deverá tentar solucionar junto com os seus colegas de turma.

A mãe de Clara tinha um novo desafio. Desta vez, o cliente solicitou que ela fizesse uma bandeira estilizada do Brasil com cubos de açúcar para ficar sobre a mesa da festa, na frente do bolo. Para isso, ela solicitou que Clara propusesse uma forma prática para colorir os cubos de açúcar uniformemente nas cores amarela, azul e verde. Vocês poderiam auxiliar Clara em mais este desafio?

EXPERIMENTO

1. Objetivo: Colorir cubos de açúcar com as cores da bandeira do Brasil.

2. Materiais: Soluções de corantes alimentícios de diferentes cores (preferencialmente amarelo, azul e verde); cubos de açúcar; pratos descartáveis; conta-gotas; uma seringa descartável de capacidade mínima de 5 mL; copos descartáveis e álcool 70.

3. Sequência experimental:

3.1. Siga as orientações do professor para a realização do experimento.

3.2. Forme grupos com os seus colegas. Cada grupo deve ser constituído por no máximo 5 membros.

3.3. Cada grupo irá receber dois cubos de açúcar, um prato descartável e um conta gotas.

3.4. A turma juntamente com a professora definirá a conduta que cada grupo irá usar para colorir um dos cubos de açúcar com uma das soluções corantes sem diluição ou com a solução corante diluída em água (corante que será utilizado, introdução da solução corante pela parte superior ou inferior). Neste caso, o número de gotas para colorir os cubos variará entre 5 e 15 gotas. Elas deverão ser aplicadas em etapas e o cubo deverá ser virado no processo de adição para garantir uma coloração uniforme.

3.5. O outro cubo será colorido da mesma forma que o anterior, porém utilizando uma solução diluída em álcool 70° INPM. Neste caso o número de gotas poderá variar entre 10 e 20 gotas.

3.6. Após a realização do experimento a cargo do seu grupo, preencha a tabela abaixo com as suas observações e compartilhe com os seus colegas.

Grupo	Solução corante	Forma de adição	Número de gotas	Observações
1	Amarelo Damasco sem diluição ou diluída em água	Parte superior do cubo		
	Amarelo Damasco diluída com álcool 70	Parte superior do cubo		
2	Amarelo Damasco sem diluição ou diluída em água	Parte inferior do cubo		
	Amarelo Damasco diluída com álcool 70	Parte inferior do cubo		
3	Azul Aniz sem diluição ou diluída em água	Parte superior do cubo		
	Azul Aniz diluída com álcool 70	Parte superior do cubo		
4	Azul Aniz sem diluição ou diluída em água	Parte inferior do cubo		
	Azul Aniz diluída com álcool 70	Parte inferior do cubo		
5	Verde Hortelã sem diluição ou diluída em água	Parte superior do cubo		

	Verde Hortelã diluída com álcool 70	Parte superior do cubo		
6	Verde Hortelã sem diluição ou diluída em água	Parte inferior do cubo		
	Verde Hortelã diluída com álcool 70	Parte inferior do cubo		

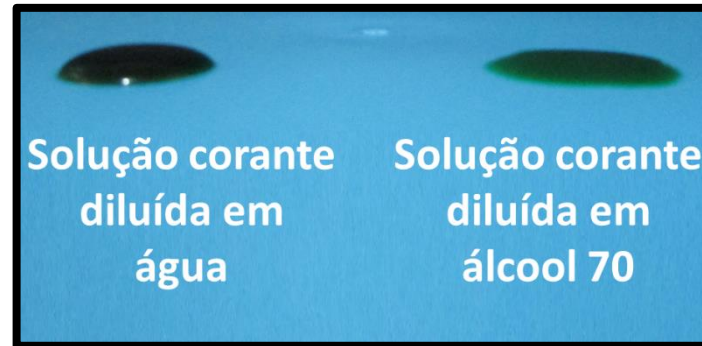
Aluno: _____ Ano: _____ Data: ___ / ___ / _____

RELATÓRIO SOBRE O EXPERIMENTO REALIZADO

1) Explique porque a solução de corante é capaz de percorrer o cubo de açúcar.

2) Se você pudesse dar um conselho à Clara sobre como colorir os cubos de açúcar, o que você sugeriria? Qual forma recomendaria que a solução corante fosse adicionada? Qual solvente recomendaria como diluente: água ou álcool 70° INPM? Explique sua resposta.

3) Na figura abaixo, observa-se a solução corante Verde Hortelã diluída em água (à esquerda) e diluída em álcool 70° INPM (à direita) em uma superfície azul de poliestireno (PS). Explique porque o aspecto das duas soluções em contato com a superfície é diferente.



4) Qual seria o problema se Clara optasse por colorir os cubos utilizando a solução aquosa? E se optasse pela solução diluída com álcool 70° INPM?

BIBLIOGRAFIA

<https://www.ecycle.com.br/sacarose/>

<https://imbibemagazine.com/history-of-the-sugar-cube/>

<https://www.middleschoolchemistry.com/lessonplans/chapter5/lesson4>

FONTES DAS IMAGENS

Papel de filtro dentro de um recipiente com água ou etanol: Imagem adaptada de <https://www.indagacao.com.br/2019/11/enem-2019-questao-131.html>

Tubos de ensaio contendo água e mercúrio: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Menisco_\(!%C3%ADquido\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Menisco_(!%C3%ADquido))

Estrutura da sacarose: Imagem adaptada de <https://www.todoestudo.com.br/quimica/sacarose>

Pote de açúcar e cubo de açúcar com medidas das arestas: Imagem adaptada a partir de foto registrada pela autora.

Pão de açúcar e dispositivo para cortá-lo: https://pt.wikipedia.org/wiki/P%C3%A3o_de_a%C3%A7%C3%BAcar



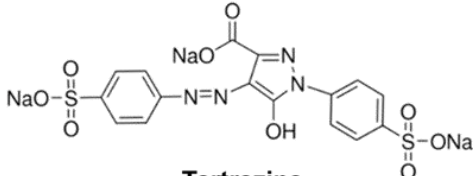
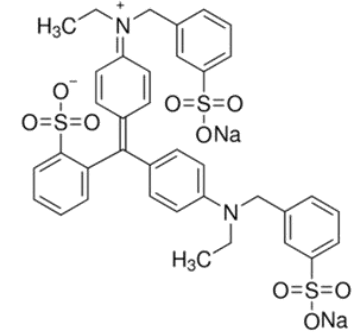
Soluções corantes diluídas em água e álcool 70: Imagem adaptada a partir de foto registrada pela autora.

Atividade 3: É possível separar os corantes tartrazina e azul brilhante FCF?

Aluno: _____ Ano: _____ Data: ____ / ____ / ____

AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

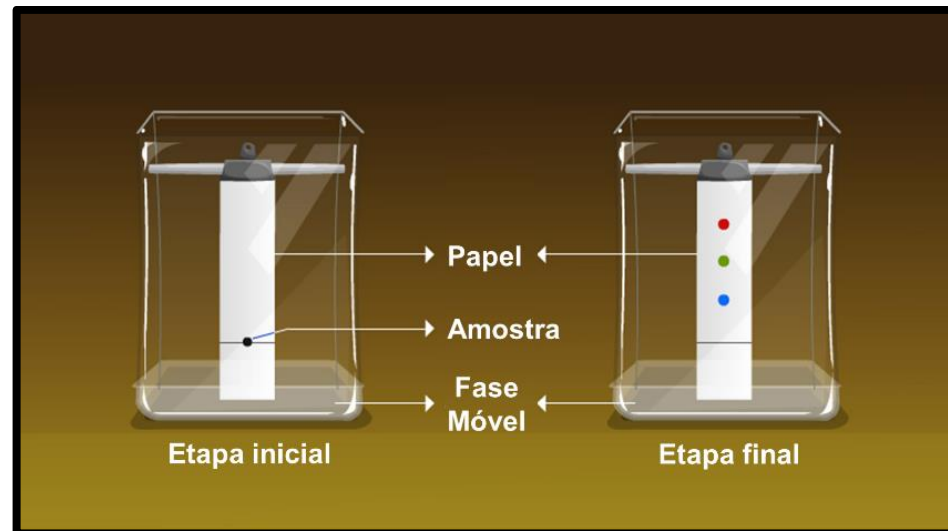
- 1) A solução Verde Hortelã é constituída pelos corantes tartrazina e azul brilhante FCF. Você acha que é possível separar estes dois corantes? Explique a sua resposta.

<p>CORANTE ARTIFICIAL LÍQUIDO VERDE HORTELÃ</p>  <p>7 896523 1100388</p> <p>APLICAÇÃO: Em licores, refrescos, refrigerantes, iogurtes, sorvetes, balas, caramelos, coberturas de bolos e doces em geral.</p> <p>UTILIZAÇÃO: 1g (1 colher de café) para quilo ou litro de produto.</p> <p>ATENÇÃO: Após aplicado, evitar aquecimento excessivo, exposição por longo tempo a luz solar intensa, evitar alimentos de elevada acidez, para evitar alterações rápidas na capacidade de coloração do corante.</p> <p>COMPOSIÇÃO: Água, álcool etílico e corantes artificiais tartrazina (INS 102) 0,01% e azul brilhante FCF (INS 133) 0,01%.</p> <p>ALÉRGICOS: PODE CONTER DERIVADOS DE SOJA. NÃO CONTÉM GLÚTEN.</p> <p>FABRICADO POR: DUAS RODAS INDUSTRIAL LTDA. CNPJ: 84.430.149/0008-77</p> <p>DISTRIBUÍDO POR:  JUNCO INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA CNPJ: 66.312.653/0001-14 R. Lineu Anterino Mariano, 505 Industrial - 38402-346 - Uberlândia/MG - Brasil www.junco.com.br</p> <p>ATENÇÃO: MATERIAL INFLAMÁVEL."</p> <p>34 3292 0800 ATENÇÃO@JUNCO.COM.BR</p>	 <p>Tartrazina</p>  <p>Azul brilhante FCF</p>
---	--

INTRODUÇÃO E PROBLEMATIZAÇÃO

A cromatografia em papel é uma técnica de partição líquido-líquido que se baseia na diferença de solubilidade dos constituintes de uma amostra entre duas fases imiscíveis, sendo uma delas a água presente no papel de filtro. Este é constituído por celulose e é capaz de absorver até 22% de água. É a água absorvida no papel que atua como fase estacionária líquida e que interage com a fase móvel, também líquida. Neste tipo de cromatografia, a amostra é aplicada sobre uma linha que está cerca de 2 cm acima da base do papel, que recebe o nome de linha de base. Em seguida, o papel é suspenso em uma câmara de cromatografia contendo a fase móvel que se desloca por capilaridade pelo papel. Então, os componentes da amostra são retidos de forma seletiva no papel de acordo com suas diferentes partições nas duas fases. A tira de papel assim desenvolvida é chamada de cromatograma.

As manchas dos componentes coloridos da amostra separados no papel são visíveis em alturas diferentes em relação à linha de base do cromatograma.



Atividade 3: É possível separar os corantes tartrazina e azul brilhante FCF?

Neste experimento, pretende-se separar os constituintes de uma solução corante. A seguir é apresentada uma situação-problema para que você busque uma solução com o auxílio de seus colegas de turma.

Clara era apaixonada pela Química. Desde o momento em que ajudou a sua mãe a colorir um merengue de verde, misturando as soluções corantes amarela e azul para resultar em uma solução verde, uma dúvida a intrigava: se ao misturar duas soluções corantes, obtém-se uma solução de cor diferente das originais, seria possível separar os componentes coloridos de uma solução corante? Você poderia auxiliar Clara a responder esta pergunta?

EXPERIMENTO

- 1. Objetivo:** Empregar a técnica de cromatografia para separar os corantes tartrazina e azul brilhante FCF.
- 2. Materiais:** Solução corante verde; palito de dente; álcool 46,2° INPM; álcool 70° INPM; 1 seringa descartável de capacidade 20 mL; copos descartáveis; filtros de papel utilizados para o preparo de café; 1 canudo; 1 lápis; 1 recipiente para simular a câmara cromatográfica.
- 3. Sequência experimental:**
 - 3.1. Siga as orientações do professor para a realização do experimento.
 - 3.2. Forme grupos com os seus colegas. Cada grupo deve ser constituído por no máximo 5 membros.
 - 3.3. Se houver apenas um recipiente para ser utilizado como câmara cromatográfica, os grupos deverão fazer um revezamento para utilizá-lo.
 - 3.4. Cada grupo deverá recortar um filtro de papel na forma de um retângulo de 14 cm x 3 cm.
 - 3.5. Com o auxílio de um lápis, deve-se fazer uma linha a 2 cm de distância de uma das bases do retângulo, onde se dará a aplicação da amostra.
 - 3.6. Para a realização do experimento recomenda-se que sejam testadas quatro fases móveis: (1) 20 mL de álcool 46,2° INPM; (2) mistura de 20 mL de álcool 46,2° INPM com 10 mL de vinagre de álcool; (3) 20 mL de álcool 70° INPM e (4) mistura de 20 mL de álcool 70° INPM com 10 mL de vinagre de álcool. Cada grupo pode ficar responsável por testar uma fase móvel
 - 3.7. Para a preparação das misturas e transferência das fases móveis para o recipiente onde as cromatografias serão realizadas, pode-se empregar uma seringa de 20 mL.

Atividade 3: É possível separar os corantes tartrazina e azul brilhante FCF?

- 3.8. O corante Verde Hortelã deve ser aplicado no centro na linha base definida no papel de filtro com o auxílio de um palito de dente. Para isso, basta colocar algumas gotas do corante em um copo descartável, tocá-las com o palito de dente e, na sequência tocar o papel com o palito no centro da linha base. Em alguns casos esse processo deve ser repetido mais uma ou duas vezes.
- 3.9. Em seguida, o papel deve ser fixado em um canudo e introduzido no recipiente que desempenhará a função de câmara cromatográfica, tomando-se o cuidado para que o papel seja colocado em contato com a fase móvel, e garantindo que essa não toque a linha de base.
- 3.10. A fase móvel percorrerá o papel de filtro por capilaridade eluindo dos componentes da amostra de corante.
- 3.11. No final do processo será obtido o cromatograma que deverá ser analisado juntamente com os demais cromatogramas

RELATÓRIO SOBRE O EXPERIMENTO REALIZADO

- 1) Explique os resultados obtidos por você e sua turma no experimento realizado para separar os constituintes coloridos do corante Verde Hortelã (discuta os resultados com base nas diferenças entre as estruturas dos dois corantes, as fases móveis utilizadas e o fator de retenção).

BIBLIOGRAFIA

DEGANI, A. L. G.; CASS, Q. B.; VIEIRA, P. C. Cromatografia um breve ensaio. São Paulo. **Química nova na escola**, v. 07, n.7, mai.1998. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc07/actual.pdf>>. Acesso em: 04 abr. 2019.

OLIVEIRA, G. A.; SILVA, F. C. Cromatografia em papel: reflexão sobre uma atividade experimental para a discussão do conceito de polaridade. **Química nova na escola**, São Paulo, v.39, n.2, mai. 2017. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39_2/08-RSA-22-16.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2019.

amrita.olabs.edu.in,. (2013). Paper Chromatography. Retrieved 14 July 2021, from
amrita.olabs.edu.in/?sub=73&brch=8&sim=133&cnt=1

amrita.olabs.edu.in,. (2014). Paper Chromatography. Retrieved 14 July 2021, from
amrita.olabs.edu.in/?sub=79&brch=17&sim=124&cnt=1

FONTES DAS IMAGENS

Cromatografia em papel: Imagem adaptada de Adaptada de <http://amrita.olabs.edu.in/?sub=79&brch=17&sim=124&cnt=1>